

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

Yoshiaki WAKUI

Serial No.

Art Unit:

Filed: concurrently herewith

Examiner:

For: MOVABLE ROBOT

Atty Docket: 0124/0022

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS**

Assistant Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

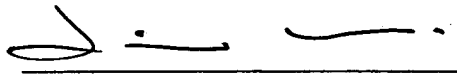
Attached hereto please find certified copies of applicant's applications as follows:

Japanese patent application No. 2003-023131 filed January 31, 2003

Japanese patent application No. 2003-426449 filed December 24, 2003

Applicant requests the benefit of said January 31, 2003 and December 24, 2003 filing dates for priority purposes pursuant to the provisions of 35 USC 119.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Louis Woo, Reg. No. 31,730  
Law Offices of Louis Woo  
717 North Fayette Street  
Alexandria, Virginia 22314  
Phone: (703) 299-4090

Date: Jan 29 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   1 月 3 1 日  
Date of Application:

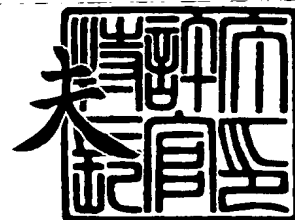
出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 2 3 1 3 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 2 3 1 3 1 ]

出   願   人            日 本 ビ ク タ ー 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号   出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 9 7 7 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 414001182

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B25J 5/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株式会社内

【氏名】 涌井 喜明

【特許出願人】

【識別番号】 000004329

【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

【代表者】 寺田 雅彦

【電話番号】 045-450-2423

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動ロボット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

本体ユニットと、

被移動面に接触する接地部と回転軸とを有する 3 つの車輪ユニットとから成り

、  
前記接地部の回転により前記被移動面上を移動可能とした移動ロボットであって、

前記本体ユニットは、前記被移動面が平面の場合に前記回転軸の前記被移動面への投影線が互いに略等角度を成すと共に、すべての前記回転軸が同一平面に含まれない位置に前記車輪ユニットを備え、

前記車輪ユニットは、

モータベースと、

前記モータベースに装着した第 1 のモータと、

前記第 1 のモータの回転を伝達する回転伝達手段と、

前記接地部を設けた外殻を有し前記モータベースに対して前記回転軸回りに回転可能なケースとを備え、

前記第 1 のモータと前記ケースとを前記回転伝達手段で連結する構成にしたことを特徴とする移動ロボット。

【請求項 2】

前記回転伝達手段は、前記第 1 のモータの回転により回転する歯車を有し、

前記ケースの内部に前記回転軸を軸とする駆動歯車を前記ケースと一体的に形成し、

前記歯車と前記駆動歯車とを噛合し前記第 1 のモータと前記ケースとを連結する構成にしたことを特徴とする請求項 1 記載の移動ロボット。

【請求項 3】

前記車輪ユニットは、

前記モータベースと前記ケースとを含んでなる車輪部と、

前記車輪部と前記本体ユニットとを連結し前記回転軸方向に伸縮可能な脚部とから成ることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の移動ロボット。

【請求項 4】

請求項 3 記載の移動ロボットであって、  
前記車輪ユニットは、  
前記モータベースに装着した第 2 のモータと、  
該第 2 のモータの回転を伝達する回転伝達手段と、  
回転運動を直線運動に変換する運動変換手段とを備え、  
前記第 2 のモータと前記脚部とを前記回転伝達手段と前記運動変換手段とを介して連結する構成にしたことを特徴とする移動ロボット。

【請求項 5】

前記本体ユニットに、  
外部の情報を検出する外部センサと、  
外部に情報を出力する出力装置と、  
前記外部センサが検出した情報に対応して所定の処理を実行させるプログラムを格納したメモリ部と、  
前記外部センサが検出した情報と前記プログラムの内容とに基づいて次に行う動作を決定し、前記動作の実行を前記出力装置または前記第 1 のモータに対して指示する制御部とを備えたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の移動ロボット。

【請求項 6】

前記本体ユニットに、  
外部の情報を検出する外部センサと、  
外部に情報を出力する出力装置と、  
前記外部センサが検出した情報に対応して所定の処理を実行させるプログラムを格納したメモリ部と、  
前記外部センサが検出した情報と前記プログラムの内容とに基づいて次に行う動作を決定し、前記動作の実行を前記出力装置、前記第 1 のモータまたは前記第 2 のモータに対して指示する制御部とを備えたことを特徴とする請求項 4 記載の

移動ロボット。

【請求項 7】

被移動面に接触する接地部を備えた駆動ユニットとサブユニットとから成り、前記接地部の回転により前記被移動面上を移動可能にした移動ロボットであって、

前記駆動ユニットは、

筐体部と、回転軸と該回転軸回りに前記接地部を回転駆動する駆動手段とを有する 3 つの車輪ユニットとから成り、

前記筐体部は、前記被移動面が平面の場合に前記回転軸の前記被移動面への投影線が互いに略等角度を成すと共に、すべての前記回転軸が同一平面に含まれない位置に前記車輪ユニットを備え、

前記サブユニットは、

外部の情報を検出する外部センサと、

外部に情報を出力する出力装置と、

外部と情報の授受を行う通信手段と、

前記駆動ユニットの駆動動作を制御する制御部との内の少なくとも 1 つを備え、

前記駆動ユニットと前記サブユニットとを着脱可能に一体化してなる構成にしたことを特徴とする移動ロボット。

【請求項 8】

前記車輪ユニットは、

前記接地部を設けた外殻を有して前記回転軸回りに回転可能としたケースからなる車輪部と、前記回転軸方向に伸縮可能とされ前記車輪部と前記筐体部とを連結する脚部とから成るとともに、前記脚部を伸縮駆動する駆動手段を備えて成ることを特徴とする請求項 7 記載の移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自律移動する移動ロボットに係り、特に 3 つの回転軸を有する車輪

式の移動ロボットに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

現在、ロボットはその大部分が産業用ロボットとして使用されているが、将来的には、高い安全性を備えて家庭内で人間と共存できる家庭用移動ロボットが期待されている。そして、その移動ロボットとしては、足歩行型の移動ロボット（特許文献1参照）や、安全性に優れた移動機構を有する球形移動ロボット（特許文献2，特許文献3参照）がある。

#### 【0003】

##### 【特許文献1】

特開 2001-322079号公報

##### 【特許文献2】

特開 2000-218578号公報

##### 【特許文献3】

特開平 09-254838号公報

#### 【0004】

特許文献1に記載された2足歩行型のロボットは、ロボットを転倒させないために、ロボット上体内には傾斜センサ，加速度センサ及び速度センサを、また足部には6軸力センサを備え、それらのセンサの出力情報を基に複雑な運動方程式を計算してロボットの複数の関節を適切に駆動して姿勢制御を行うものである。

また、特許文献2及び特許文献3に記載された球形移動ロボットは、その球形という形状により、姿勢を検出するためのセンサや動作に関する関節が不要であり、球殻内の駆動車輪によって所望の方向への移動を可能にしたものである。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらのロボットは、以下に示す問題がある。すなわち、

① 2足歩行型ロボットは、構造が極めて複雑で部品点数も多く、使用される6軸力センサ，加速度センサ，速度センサ等は、非常に高価で大きな部品であり、ロボットの低価格化ができないばかりか小型・軽量化も困難であって、家庭用

途には適さない。

【0006】

② 2足歩行型ロボットは、その転倒を防ぐための制御系アルゴリズムが非常に複雑になるため、高速で処理する特殊なコンピュータを搭載する必要がある。そして、制御プログラムの容量が大きいと、必要となるメモリ容量が膨大であり、制御するコンピュータ、メモリ共に極めて高価になる。

【0007】

③ 2足歩行型ロボットは、偶発的に障害物に当たったり何らかの外乱が加わった時にロボットが転倒する可能性が十分にあり、それによって人に怪我を負わせたり、周辺の器物を破損してしまう危険性がある。

【0008】

④ 球形移動ロボットでは、その球形という特徴から水平な床面でしか移動を行うことができず、傾斜した床の上での姿勢の維持が困難で傾斜方向に転がり易いという問題がある。

また、意図せずに転がってしまい壁に激突して球殻が破損したり、内部のギア、モータ等の駆動機構が強制的に駆動されて部品が破損してしまう可能性があり、これらを回避する手段が必要になる分コストアップになってしまう。

【0009】

⑤ 球形移動ロボットでは、外部を被う球殻全体が床面との接触部位であり、長時間の使用により球殻外周面が汚れたり傷がついたりして、その品位が保てないという問題があるばかりでなく、その汚れや傷によって装備したセンサが誤動作したり、情報の入出力において支障が発生する可能性もある。

【0010】

⑥ いずれのロボットも進路変更することなく床面の障害物を避けて移動することができず、穴や窪み等があった場合に進路変更をしないと落ちたりはまり込んでしまい移動ができなくなる場合がある。

【0011】

⑦ 複雑な動きや早い動作が困難であり、家庭用途としてのパフォーマンス性が十分ではない。



## 【0012】

そこで本発明が解決しようとする課題は、構造が極めて簡単で部品点数も少なく低価格化が可能な家庭用途に最適の移動ロボットであって、特殊なコンピュータを必要とせず、メモリも安価であり、障害物に当たったり外乱により転倒して人にけがを負わせたり、周辺の器物を破損することがなく、傾斜した床でも姿勢維持が容易で転がり難く、障害物、穴又は窪み等があっても進路変更せずに移動可能であり、長期間使用しても外面が汚れたり傷がつくことがない移動ロボットを提供することにある。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本願発明は手段として次の構成を有する。

即ち、請求項1は、本体ユニット2と、被移動面8に接触する接地部6と回転軸3とを有する3つの車輪ユニット4とから成り、前記接地部6の回転により前記被移動面8上を移動可能とした移動ロボット1であって、

前記本体ユニット2は、前記被移動面8が平面の場合に前記回転軸3の前記被移動面8への投影線が互いに略等角度を成すと共に、すべての前記回転軸3が同一平面に含まれない位置に前記車輪ユニット4を備え、前記車輪ユニット4は、モータベース104と、前記モータベース104に装着した第1のモータ10と、前記第1のモータ10の回転を伝達する回転伝達手段と、前記接地部6を設けた外殻を有し前記モータベース104に対して前記回転軸3回りに回転可能なケース101、102とを備え、前記第1のモータ10と前記ケース101、102とを前記回転伝達手段で連結する構成にしたことを特徴とする移動ロボットである。

## 【0014】

また、請求項2は、前記回転伝達手段は、前記第1のモータ10の回転により回転する歯車166を有し、前記ケース101、102の内部に前記回転軸3を軸とする駆動歯車101yを前記ケース101、102と一体的に形成し、前記歯車166と前記駆動歯車101yとを噛合し前記第1のモータ10と前記ケース101、102とを連結する構成にしたことを特徴とする請求項1記載の移動

ロボットである。

【0015】

また、請求項3は、前記車輪ユニット40は、前記モータベース104と前記ケース101、102とを含んでなる車輪部200と、前記車輪部200と前記本体ユニット40とを連結し前記回転軸3方向に伸縮可能な脚部9とから成ることを特徴とする請求項1または請求項2記載の移動ロボットである。

【0016】

また、請求項4は、請求項3記載の移動ロボットであって、前記車輪ユニット40は、前記モータベース104に装着した第2のモータ11と、該第2のモータ11の回転を伝達する回転伝達手段と、回転運動を直線運動に変換する運動変換手段116、118とを備え、前記第2のモータ11と前記脚部9とを前記回転伝達手段と前記運動変換手段116、118とを介して連結する構成にしたことを特徴とする移動ロボットである。

【0017】

また、請求項5は、前記本体ユニット20に、外部の情報を検出する外部センサ14と、外部に情報を出力する出力装置15と、前記外部センサ14が検出した情報に対応して所定の処理を実行させるプログラムを格納したメモリ部13aと、前記外部センサ14が検出した情報と前記プログラムの内容とに基づいて次に行う動作を決定し、前記動作の実行を前記出力装置15または前記第1のモータ10に対して指示する制御部13とを備えたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の移動ロボットである。

【0018】

また、請求項6は、前記本体ユニット20に、外部の情報を検出する外部センサ14と、外部に情報を出力する出力装置15と、前記外部センサ14が検出した情報に対応して所定の処理を実行させるプログラムを格納したメモリ部13aと、前記外部センサ14が検出した情報と前記プログラムの内容とに基づいて次に行う動作を決定し、前記動作の実行を前記出力装置15、前記第1のモータ10または前記第2のモータ11に対して指示する制御部13とを備えたことを特徴とする請求項4記載の移動ロボットである。

## 【0019】

また、請求項7は、被移動面8に接触する接地部6を備えた駆動ユニット201とサブユニット202とから成り、前記接地部6の回転により前記被移動面8上を移動可能にした移動ロボットであって、

前記駆動ユニット201は、筐体部20と、回転軸3と該回転軸3回りに前記接地部6を回転駆動する駆動手段とを有する3つの車輪ユニット40とから成り、前記筐体部20は、前記被移動面8が平面の場合に前記回転軸3の前記被移動面8への投影線が互いに略等角度を成すと共に、すべての前記回転軸3が同一平面に含まれない位置に前記車輪ユニット40を備え、前記サブユニット202は、外部の情報を検出する外部センサ14と、外部に情報を出力する出力装置15と、外部と情報の授受を行う通信手段17と、前記駆動ユニット201の駆動動作を制御する制御部13との内の少なくとも1つを備え、前記駆動ユニット201と前記サブユニット202とを着脱可能に一体化してなる構成にしたことを特徴とする移動ロボットである。

## 【0020】

また、請求項8は、前記車輪ユニット20は、前記接地部6を設けた外殻を有して前記回転軸3回りに回転可能としたケース101、102からなる車輪部200と、前記回転軸3方向に伸縮可能とされ前記車輪部200と前記筐体部20とを連結する脚部9とから成るとともに、前記脚部9を伸縮駆動する駆動手段を備えて成ることを特徴とする請求項7記載の移動ロボットである。

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を、好ましい実施例により図1乃至図21を用いて説明する。

図1は、本発明の移動ロボットの第1実施例を示す平面図であり、

図2は、本発明の移動ロボットの第1実施例を示す正面図であり、

図3は、本発明の移動ロボットの第1実施例を示す右側面図であり、

図4は、本発明の移動ロボットの第1実施例における動作モードを説明する平面図であり、

図5は、本発明の移動ロボットの第1実施例における自転と移動について説明する平面図であり、

図6は、本発明の移動ロボットの第1実施例における車輪の回転制御を説明する図であり、

図7は、本発明の移動ロボットの第2実施例を示す平面図であり、

図8は、本発明の移動ロボットの第2実施例を示す正面図であり、

図9は、本発明の移動ロボットの第2実施例を示す右側面図であり、

図10は、本発明の移動ロボットの第2実施例における制御システムの構成図であり、

図11は、本発明の移動ロボットの第2実施例における制御システムのブロック図であり、

図12は、本発明の移動ロボットの第2実施例における外観図であり、

図13は、本発明の移動ロボットの第2実施例における断面図であり、

図14は、本発明の移動ロボットの第2実施例におけるボトムカバーの平面図であり、

図15は、本発明の移動ロボットの第2実施例におけるボトムカバーの正面図であり、

図16は、本発明の移動ロボットの第2実施例におけるボトムカバーの右側面図であり、

図17は、本発明の移動ロボットの第2実施例におけるボトムカバーの背面図であり、

図18は、本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの第1の状態を説明する断面図であり、

図19は、本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの第1の状態を説明する側面図であり、

図20は、本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの第2の状態を説明する断面図であり、

図21は、本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの第2の状態を説明する側面図であり、

図 2 2 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 3 の状態を説明する断面図であり、

図 2 3 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 3 の状態を説明する側面図であり、

図 2 4 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 4 の状態を説明する断面図であり、

図 2 5 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 4 の状態を説明する側面図であり、

図 2 6 は本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの平面図であり、

図 2 7 は本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの他の断面図であり、

図 2 8 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における回転駆動機構を説明する部分断面図であり、

図 2 9 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における伸縮駆動機構を説明する部分断面図である。

図 3 0 は、本発明の移動ロボットのその他の実施例を説明する図である。

図 3 1 は、本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットを説明する断面図である。

#### 【0022】

##### (A) 第 1 実施例

まず、第 1 実施例について図 1 ～図 3 を主に用いて説明する。

第 1 実施例の移動ロボット（以下ロボットと称する）1 は、4 つのユニットから構成される。

一つのユニットは略球体状筐体の本体ユニット 2 であり、他の 3 つは車輪ユニット 4 a, 4 b, 4 c である。この 3 つの車輪ユニット 4 a, 4 b, 4 c は同一の構成からなる。

#### 【0023】

車輪ユニット 4 a, 4 b, 4 c は車輪部 100 a, 100 b, 100 c からな

り、詳細を後述する回転軸 3 a, 3 b, 3 c の位置に対応して本体ユニット 2 の外周面に開口した開口部 5 a, 5 b, 5 c に、その外形が本体ユニット 2 から突出するように配設される。

そして、この車輪部 100 a, 100 b, 100 c は、回転軸 3 a, 3 b, 3 c を軸とする環状部 102 a, 102 b, 102 c と、その外側開口部を塞ぐように設けられた略球面を有する殻状部 101 a, 101 b, 101 c と、それらが接続する稜線部に設けられた環状の接地部 6 a, 6 b, 6 c とで構成される。

#### 【0024】

また、殻状部 101 a, 101 b, 101 c の外周面には部分的に光を透過可能にした窓部 109 a, 109 b, 109 c が設けられ、車輪部 100 a, 100 b, 100 c の内部に備えた後述する発光手段 30 a, 30 b, 30 c (図 1 ~ 図 3 には図示せず) からの光を外部から視認可能とするように構成されている。

#### 【0025】

ロボット 1 を床面 8 に置くと、接地部 6 a, 6 b, 6 c が床面 8 に接触して本体ユニット 2 は床面 8 から離間して支持される。

この接触は、接地部 6 a, 6 b, 6 c と床面 8 とがそれぞれ剛体であれば点接触となるが、床面 8 が絨毯のような柔らかい材料の場合は面接触となり、接地部 6 a, 6 b, 6 c がゴムのような弾性体材料の場合は床面 8 が剛体であっても面接触となる。

#### 【0026】

車輪部 100 a, 100 b, 100 c は、その中心軸が、それぞれ回転軸 3 a, 3 b, 3 c となるように構成され、回転軸 3 a, 3 b, 3 c の被移動面 (床面) 8 への投影線が互いに略等角度を成すように構成される。すなわち、図 1 において  $\theta_{ab} = \theta_{bc} = \theta_{ca}$  である。

また、回転軸 3 a, 3 b, 3 c は、本体ユニット 2 の筐体の中心 O で交わり、その全てが同一平面に含まれることがなく互いに等角度  $\beta$  (図 2, 図 3 参照) を成すように構成される。

ここで、被移動面 8 とは、接地部 6 a, 6 b, 6 c が接地する 3 つの接地点 6

a A, 6 b B, 6 c Cにより決定される平面を意味している。従って、床面 8 が剛体の平面であればそれは被移動面を意味する。

#### 【0027】

本実施例では、各回転軸 3 a, 3 b, 3 c は、互いに成す角度  $\beta$  が  $90^\circ$  に設定され、その場合の各回転軸 3 a, 3 b, 3 c の被移動面 8 への投影線が交わる角度  $\theta_{ab}$ ,  $\theta_{bc}$ ,  $\theta_{ca}$  は上述のように等しくなり、その値は  $120^\circ$  である。

従って、3 つの回転軸の内 2 つずつが同一平面上にあるように構成されている。

#### 【0028】

車輪部 100 a, 100 b, 100 c は、その内部に回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c 搭載しており（図 10 参照）、このモータにより、車輪部 100 a, 100 b, 100 c はそれぞれ独立して駆動されて回転軸 3 a, 3 b, 3 c を軸として回転する。回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c の一例として DC モータを使用することができるが、これに限定されるものではない。

#### 【0029】

##### <動作モードについて>

各車輪部 100 a, 100 b, 100 c の回転方向と回転速度とを独立して様々に変えることで、接地部 6 a, 6 b, 6 c と床面 8 との摩擦力により、ロボット 1 に種々の動きを与えることができる。この回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c の制御、すなわち、車輪部 100 a, 100 b, 100 c の回転制御方法によって、ロボット 1 を大別して以下の 5 つの動作モードで動かすことができる。これを図 4, 図 5 を用いて説明する。両図は、床面 8 に置いたロボット 1 を上方から見た図である。

- (1) 静止状態での回転（自転）。
- (2) 直進移動（前進、後進及び側進）。
- (3) 曲線移動。
- (4) 蛇行移動。
- (5) 自転しながらの直線移動及び曲線移動

## 【0030】

これらの動作モードについて順次説明する。

## (1) 静止状態での回転（自転）（図5（a）参照）

最も基本的な動作モードであり、車輪部100a, 100b, 100cをそれぞれ同一の回転方向に同一の回転数で回転駆動することで、ロボット1はその場に静止しつつ自転する。

例えば、図4に示すように、車輪部100a, 100b, 100cを外側から見て時計回り方向に回転させると、ロボット1はその位置に静止したまま、上面からみて反時計回り方向に自転する。

また、車輪部100a, 100b, 100cの回転方向を反時計回りにすれば、ロボット1はその位置に静止したまま、時計回り方向に自転する。

そして、車輪部100a, 100b, 100cの、単位時間あたりの回転数（以下、回転数と記す）を増減することでロボット1の自転速度を増減させることができる。

## 【0031】

## (2) 直進移動（図5（b）～図5（e）参照）

3つある車輪部100a, 100b, 100cのうち、任意の一つの車輪部100c（以下、第1の車輪部100cと称す）を回転させずに停止して維持させ、残りの2つの車輪部100a, 100bをそれぞれ逆方向に回転駆動することで、ロボット1を、第1の車輪部100cの回転軸3cの被移動面8への投影線に沿った方向に直進移動させることができる。

## 【0032】

この移動は、第1の車輪部100cの接地部6cと床面8との摩擦力を越える推進力を残りの2つの車輪部100a, 100bが発生させ、第1の車輪部100cの接地部6cが床面8を滑ることにより行われる。そして、上述した(1)の静止状態での回転（自転）以外の動作モード（以下に説明する動作モードも含めて）における移動は、いずれかの接地部が、静止または回転しつつ床面8を滑るようにして行われるものである。

## 【0033】



また、この直進移動として、各車輪部の回転方向と回転数の設定によっては、回転軸 3 c と直交する方向に直進移動させることもできる。

停止させた第 1 の車輪部 100 c の反対側方向へ進む場合を前進、第 1 の車輪部 100 c 側に進む場合を後進、この前進または後進方向と直交する方向に進む場合を側進と呼び、それぞれを以下に説明する。

#### 【0034】

##### (2A) 前進

図 5 (b) に示すように、第 1 の車輪部 100 c を停止して維持させ、車輪部 100 a を時計回り方向に、車輪部 100 b を反時計回り方向にそれぞれ同一の回転数で駆動すると、ロボット 1 は車輪部 100 c における回転軸 3 c の被移動面 8 への投影線に沿った方向の、第 1 の車輪部 100 c の反対方向 (図の矢印 C の方向) に直進移動する。

#### 【0035】

##### (2B) 後進

前進に対して車輪部 100 a, 100 b の回転方向を共に逆にした場合は後進し、これを図 5 (c) に示す。

第 1 の車輪部 100 c を停止して維持させ、車輪部 100 a を反時計回り方向に、車輪部 100 b を時計回り方向にそれぞれ同一の回転数で駆動すると、ロボット 1 は、車輪部 100 c における回転軸 3 c の被移動面 8 への投影線に沿った方向の、第 1 の車輪部 100 c 側方向 (図の矢印 D の方向) に直進移動する。

#### 【0036】

##### (2C) 側進

車輪部 100 a, 100 b を同一の回転方向に同一の一定回転数で回転させ、第 1 の車輪部 100 c を車輪部 100 a, 100 b の回転方向と逆方向に、かつ、車輪部 100 a, 100 b の 2 倍の回転数で回転させることで、ロボット 1 は上述の前進及び後進の方向に対して直交する方向に移動する (図 4 (2) 参照)。

具体的に説明すると、車輪部 100 a, 100 b の回転方向を時計回り方向に一定の回転数 N で回転させ、第 1 の車輪部 100 c を反時計回り方向に回転数 2

Nで回転させると、ロボット1は前進方向に対して直交する左方向（図5（d）の矢印Eの方向）に直線移動する。

#### 【0037】

一方、これとは逆に、車輪部100a, 100bの回転方向を反時計回り方向に一定の回転数Nで回転させ、第1の車輪部100cを時計回り方向に回転数2Nで回転させると、ロボット1は前進方向に対して直交する右方向（図5（e）の矢印Fの方向）に直線移動する。

#### 【0038】

そして、(2A), (2B), (2C)いずれの場合も、回転数を増減させることで、ロボット1の移動速度を増減させることができる。

#### 【0039】

##### (3) 曲線移動

ロボット1は、円弧状に移動させることができ、これを曲線移動と称する。この曲線移動を与える駆動制御方法には2通りの方法があり、以下に説明する。

#### 【0040】

##### (3A) 第1の方法

第1の方法は、上述の(2)に示した直進移動状態において回転を停止させていた第1の車輪部100cを回転駆動させる方法である。これにより、ロボット1は円弧状に移動を行う。

この時、第1の車輪部100cの回転速度を可変して移動する円弧の半径を可変することができる。

すなわち、第1の車輪部100cの回転速度が速いほど移動する円弧の半径は小さくなる。

#### 【0041】

##### (3B) 第2の方法

第2の方法は、前述の直進移動状態において第1の車輪部100cを停止して維持させたまま、他の2つの車輪部100a, 100bを異なった一定の回転数で回転駆動させる方法である。これにより、ロボット1は円弧状に移動を行う。

すなわち、回転数の少ない方の車輪部側に中心を持つ円弧状に曲線移動を行う

。

この場合、駆動させている2つの車輪部のそれぞれの回転数の差を可変して円弧の半径を可変することが可能であり、その差が大きい程、移動する円弧の半径は小さくなる。

#### 【0042】

そして、(3A)、(3B)いずれの場合も、第1の車輪部100c以外の駆動車輪部100a、100bの回転数を増減させることで、ロボット1の移動速度を増減させることができる。

特に(3A)の場合は、移動する円弧の半径も可変することが可能であって、駆動車輪部100a、100bの回転数を増やすと移動する円弧の半径も大きくなる。

#### 【0043】

##### (4) 蛇行移動

上述の(3)で説明した曲線移動において、曲がる方向を順次変えることで、左右に振れながら略直進をする蛇行移動をする。

すなわち(3)の第1の方法においては、第1の車輪部100cの回転方向を正転、逆転と繰り返し切り替えることで、また、第2の方法においては、第1の車輪部100c以外の車輪部100a、100bの異なる回転数を、それぞれ交互に切り替えて与えることで蛇行移動をする。

#### 【0044】

##### (5) 自転しながらの直進移動及び曲線移動

3つの車輪部100a、100b、100cの回転方向を、「正方向回転→逆方向回転→正方向回転→…」のように周期的に反転させ、また、回転数を、正弦波に相当する時間変化で周期的に変化させると共にその周期に一定の時間差を持たせてそれぞれの車輪部を駆動すると、ロボット1は自転しながら直線運動あるいは曲線運動をする。

#### 【0045】

この回転数と回転方向の時間変化を図6に示す。

図6は、横軸に時間、縦軸に車輪部100a、100b、100cの回転数を

とり、縦軸の上半分を正方向回転、下半分を逆方向回転として各車輪部 100a, 100b, 100c の回転駆動の時間変化を示したグラフである。

当図に示すように、それぞれの車輪部 100a, 100b, 100c を位相差  $\Delta t$  だけずらして回転駆動し、この回転駆動の波形の振幅、周期及び位相を変えることで、自転速度、直進及び回転の移動速度並びに曲線移動半径を自由に制御することができる。

また、当図では正弦波形で制御しているが、この波形は自由に設定することができ、それにより、さらに複雑な動きも容易に行わせることができる。

#### 【0046】

上述した第1実施例においては、車輪部 100a, 100b, 100c の接地部 6a, 6b, 6c における回転軸 3a, 3b, 3c と直交する断面の直径が全て同一直径である場合の回転駆動制御方法を説明しているが、この直径がそれぞれ異なるような接地部としてもよい。その場合でも、回転駆動制御をこの直径の比率に応じた回転数の比率に設定することで上述した5つの動作モードでの移動が可能である。

具体的には、接地部 6a, 6b, 6c の直径の比を  $M_a : M_b : M_c$  とした場合、それぞれの回転数の比を  $1/M_a : 1/M_b : 1/M_c$  として回転制御すればよい。

#### 【0047】

以上の説明のように、3つの車輪部 100a, 100b, 100c の回転数と回転方向とをそれぞれ独立に制御することで、通常的車輪走行や脚式歩行ロボットでは不可能な多様な移動を実現することができる。

従って、このロボット1は、家具等の様々な障害物がある家庭内においても、それを素早い動きで回避しつつ移動することができ、特に家庭用移動型ロボットとしてのパフォーマンス性に優れている。

また、動きの組み合わせによって、後述するようないわゆる感情表現を擬似的に行うことも可能であり、エンタテインメント性にも優れたものである。

さらに、車輪部 100a, 100b, 100c を静止状態に維持することで、姿勢が安定維持されて傾斜面でも容易に転がることなく安全に使用することが

できる。

#### 【0048】

##### (B) 第2実施例

次に第2実施例を説明する。

第2実施例は、車輪部を伸縮できる脚部の先端に配置し、この脚部を介して車輪部と本体ユニットとを連結したものであって、より多様な動きを可能にした好ましい形態である。

第2実施例の移動ロボット10の車輪部200a, 200b, 200cは、脚部9a, 9b, 9cの伸縮によって、その回転軸3a, 3b, 3c方向にそれぞれ独立して位置を変えられるようにされ、脚部9a, 9b, 9cが最も縮んだ状態（以下、標準状態と称す）を図1, 図2, 図3に示す。

各図はそれぞれ平面図、正面図、右側面図である。また、脚部9a, 9b, 9cは本体ユニットに収納されており図1～図3には示されていない。

#### 【0049】

車輪部200a, 200b, 200cは、脚部9a, 9b, 9cを伸ばすことで、この標準状態からそれぞれの回転軸3a, 3b, 3cの外側方向の任意の位置に配置可能とされ、脚部9a, 9b, 9cが最も伸びた状態を図7, 図8, 図9に示す。各図はそれぞれ平面図、正面図、右側面図である。

この第2実施例の具体的構成を以下に詳述する。

#### 【0050】

この第2実施例の移動ロボット10（以下、ロボット10と称する）は、4つのユニットから構成される。（図7, 図8, 図9参照）

1つのユニットは、略球体状筐体の本体ユニット20であり、他の3つは、それぞれ伸縮可能な脚部9a, 9b, 9cとその先端に装着された車輪部200a, 200b, 200cとからなる車輪ユニット40a, 40b, 40cである。3つの車輪ユニット40a, 40b, 40cは同一構成のものである。

各車輪ユニット40a, 40b, 40cは、標準状態において、後述する回転軸3a, 3b, 3cに対応して本体ユニット20の外面に開口した開口部5a, 5b, 5cからその内部に一部が収納されるように配設される。

## 【0051】

車輪部200a, 200b, 200cは、回転軸3a, 3b, 3cを軸とする環状部102a, 102b, 102cと、その外側の開口部を塞ぐように設けられた略球面を有する殻状部101a, 101b, 101cと、内側の開口部を塞ぐように設けられた板状部103a, 103b, 103cと、この板状部の中央に設けられた、回転軸3a, 3b, 3c方向に本体ユニット20と接続した脚部9a, 9b, 9cとにより内部が略密閉されるように構成される。

## 【0052】

殻状部101a, 101b, 101cと環状部102a, 102b, 102cとが接続する稜線部には環状の接地部6a, 6b, 6cが設けられている。

また、殻状部101a, 101b, 101cの外周面には部分的に光を透過可能にした窓部109a, 109b, 109cが設けられ、車輪部100a, 100b, 100cの内部に備えた後述する発光手段30a, 30b, 30c (図7～図9には図示せず) からの光を外部から視認可能とするように構成されている。

## 【0053】

上述のように、この車輪部200a, 200b, 200cから本体ユニット20に向かって、回転軸3a, 3b, 3cを軸とした円筒状の脚部9a, 9b, 9cが接続される。

## 【0054】

ロボット10を床面8に置くと、接地部6a, 6c, 6dが床面8に接触して本体ユニット20は床面8から離間して支持される。

この接触は、接地部6a, 6b, 6cと床面8とがそれぞれ剛体であれば点接触となるが、床面8が絨毯のような柔らかい材料の場合は面接触となり、接地部がゴムのような弾性体材料の場合は床面8が剛体であっても面接触となる。

## 【0055】

車輪部200a, 200b, 200cは、その中心軸が、それぞれ回転軸3a, 3b, 3cとなるように構成され、これらの回転軸3a, 3b, 3cは、本体ユニット20の筐体の中心Oで交わり、全てが同一平面に含まれることがなく互

いに等角度を成すように構成される。

本実施例では、各回転軸 3 a, 3 b, 3 c は、互いに成す角度  $\beta$  を  $90^\circ$  に設定され、その場合の各回転軸 3 a, 3 b, 3 c の被移動面 8 への投影線が交わる角度  $\theta_{ab}$ ,  $\theta_{bc}$ ,  $\theta_{ca}$  は上述のように等しく、その値は  $120^\circ$  を成す。従って、3 つの回転軸の内 2 つずつが同一平面上にあるように構成されている。

#### 【0056】

そして、車輪部 200 a, 200 b, 200 c は、その内部に回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c 搭載しており（図 10 参照）、このモータにより、車輪部 100 a, 100 b, 100 c はそれぞれ独立して駆動されて回転軸 3 a, 3 b, 3 c 回りに回転する。回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c の一例として DC モータを使用することができるが、これに限定されるものではない。

#### 【0057】

一方、脚部 9 a, 9 b, 9 c は、車輪部 200 a, 200 b, 200 c の内部に備えられた伸縮駆動モータ 11 a, 11 b, 11 c（図 10 参照）によって回転軸 3 a, 3 b, 3 c 方向にそれぞれ独立して伸縮自在に形成されており、この脚部 9 a, 9 b, 9 c が伸びることにより車輪部 200 a, 200 b, 200 c は本体ユニット 20 から離れた状態になる。

また、車輪部 200 a, 200 b, 200 c の内部には、脚部 9 a, 9 b, 9 c の伸び量を検出するエンコーダ 12 a, 12 b, 12 c（図 10 参照）が備えられており、このエンコーダ 12 a, 12 b, 12 c で検出した脚部 9 a, 9 b, 9 c の長さ情報を基に、脚部 9 a, 9 b, 9 c を所定の長さに伸長することが可能となっている。

また、車輪ユニット 40 a, 40 b, 40 c の内部には、脚部 9 a, 9 b, 9 c の伸縮状態を検出する第 1 検出スイッチ 123 s 1 と第 2 検出スイッチ 123 s 2（詳細は後述する）とが備えられている。

#### 【0058】

回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c と、伸縮駆動モータ 11 a, 11 b, 11 c と、エンコーダ 12 a, 12 b, 12 c と、第 1, 第 2 検出スイッチ 123 s 1, 123 s 2 とは、それぞれの車輪ユニット 40 a, 40 b, 40 c と対

になってサブユニット化されており、このサブユニットをアクチュエータ 50 と称する (図 11 参照)。

#### 【0059】

脚部 9 a, 9 b, 9 c が伸びた状態でも、車輪部 200 a, 200 b, 200 c は回転駆動モータ 10 a, 10 b, 10 c により回転駆動可能であり、上述の 5 種類 ((1) ~ (5)) の動作モードを実行することができる。

脚部 9 a, 9 b, 9 c が伸長することで、床面 8 と接触する 3 つの接地点 6 a A, 6 b B, 6 c C が、互いにより遠くに離間するためロボット 10 の姿勢は更に安定し、段差がある床面でも転倒することなく移動することが可能である。

#### 【0060】

また、脚部 9 a, 9 b, 9 c を高速で伸長させることによりボールを押し転がしたり、2 つの脚部の間にボールを収めたまま移動してこれを運ぶことも可能になるため、例えば、ロボットによるサッカー競技会に参加が可能になる等、ロボット 10 は高度なエンタテインメント性を発揮することができる。

#### 【0061】

脚部 9 a, 9 b, 9 c は、3 つとも同様に伸びている必要はなく、1 つが縮んで 2 つが伸びた状態、又は、2 つが縮んで 1 つが伸びた状態にしたり、これらの状態で車輪部 200 a, 200 b, 200 c を回転駆動して移動を行っても良い。

さらに、移動を行いながら脚部 9 a, 9 b, 9 c の伸縮動作を行ってもよい。

このような様々な動作の組み合わせにより、より一層複雑な動きが可能である。

#### 【0062】

以上のように、このロボット 10 は、家具等の様々な障害物がある家庭内においても、障害物を素早い動きで回避しつつ移動することができ、家庭用移動型ロボットとしてのパフォーマンス性に優れている。

また、動作の組み合わせによって、後述するようないわゆる感情表現を擬似的に行うことも可能であり、エンタテインメント性にも優れたものである。

さらに、車輪部 200 a, 200 b, 200 c を静止状態に維持することで、姿勢が安定維持され、傾斜面でも容易に転がることがないので極めて安全に使用



することができる。

### 【0063】

上述した第2実施例においては、車輪部200a, 200b, 200cの接地部6a, 6b, 6cにおける回転軸3a, 3b, 3cと直交する断面の直径が同一直径である場合の回転駆動制御方法を説明しているが、第1実施例の場合と同様に、この直径がそれぞれ異なる接地部としてもよい。その場合でも、回転駆動制御を直径の比率に応じた回転数の比率に設定することで上述した5つの動作モードでの移動が可能である。

具体的には、接地部6a, 6b, 6cの直径の比が $M_a : M_b : M_c$ の場合、それぞれの回転数の比を $1/M_a : 1/M_b : 1/M_c$ として回転制御すればよい。

### 【0064】

#### (C) 制御方法について

次に、ロボット全体を制御する方法について第2実施例に沿って詳述する。

第1実施例における制御方法は、この第2実施例の制御方法に対して伸縮駆動モータ11a, 11b, 11cとエンコーダ12a, 12b, 12cと第1, 第2検出スイッチ123s1, 123s2とを除いたものであり、それ以外は共通である。

図10は、ロボット10の制御システム構成を模式的に示したものであり、図11はその詳細を説明するブロック図である。

### 【0065】

本体ユニット20の内部には、前述のアクチュエータ50（図11参照）の他に、ロボット10を統括的に制御する制御部であるコントローラ13、ロボット10の外部の情報を検出測定する外部センサ14、ロボット10の外部に情報等出力する出力装置15、情報の記録再生を行うハードディスク（以下HDDと称す）等の記録再生装置16、情報を外部と無線で通信するための通信手段（以下通信I/Fと称す）17、ロボット10の電源となるバッテリー18及びバッテリーの残量を検出するバッテリーセンサ19で構成される制御システムが搭載される。

## 【0066】

## &lt;制御システムの構成要素について&gt;

この制御システムの各構成要素を、図11を用いて以下に説明する。

## (イ) 外部センサ14

外部センサ14は大別して3つの系統で構成される。

第1系統は、ロボット10の行動を制御するために必要な、本体ユニット20の外部の情報及び外部からの本体ユニット20への圧力を検出してその検出結果を制御部13に送出する制御系センサ14aであり、第2系統は、ロボット10のユーザーである人間の健康状態を測定してその結果を制御部13に送出する健康管理系センサ14bであり、第3系統は、気温や湿度等の周囲の気象状況を測定し、その測定結果を制御部13に送出する気象系センサ14cである。

この内、気象系からの測定結果を基にコントローラ13において天気の予測を行う。

## 【0067】

まず、第1系統の制御系センサ14aは、ロボット10の実質的な目として機能するCCDカメラ21A、同じく耳として機能するマイク21B、障害物との距離を検出する測距センサ22、人間に撫でられたり叩かれたりしたのを検出するタッチセンサ23とから構成されている。

CCDカメラ21Aは、周囲の状況を撮像し、得られた画像情報をコントローラ13に送出する。

マイク21Bはユーザーの声などを集音し、得られた音声情報をコントローラ13に送出する。

## 【0068】

測距センサ22は、ロボット10と外部の障害物等との距離を測定し、得られた距離情報をコントローラ13に送出する。

タッチセンサ23はユーザーからの撫でる、あるいは叩く等の物理的な働きかけによって受けた圧力を測定し、測定結果を圧力情報としてコントローラ13に送出する。

## 【0069】

第2系統の健康管理系センサ14bは、ユーザーがロボット10の所定部位に触れることによってユーザーの健康状態をチェックするもので、血圧計24、心拍計25、体温計26からなる。

血圧計24は、ユーザーの指等から血圧を測定し、その測定結果を血圧情報としてコントローラ13に送出する。

心拍計25は、ユーザーの心拍数を測定し、その測定結果を心拍数情報としてコントローラ13に送出する。

体温計26は、ユーザーの体温を測定し、その測定結果を体温情報としてコントローラ13に送出する。

#### 【0070】

第3系統の気象系センサ14cは、ロボット10周囲の気温、湿度及び気圧の測定を行う。

気圧計27は、大気圧を測定し、その測定結果を大気圧情報としてコントローラ13に送出する。

湿度計28は、ロボット10周囲の湿度を測定し、その測定結果を湿度情報としてコントローラ13に送出する。

温度計29は、ロボット10周囲の気温を測定し、その測定結果を気温情報としてコントローラ13に送出する。

#### 【0071】

以上説明したように、外部情報の検出は特殊な検出ではないので、外部センサ14は安価な汎用品を使用することができる。そして、ロボット10の外部の情報、気象の状況及びユーザーの健康状態に関する情報とを測定検出し、それらの検出情報を外部センサ信号S1によりコントローラ13に送出するものである。

#### 【0072】

(ロ) バッテリセンサ19

バッテリセンサ19は、バッテリ18の残量を検出し、検出結果情報をバッテリ検出結果信号S2によりコントローラ13に送出する。

#### 【0073】

(ハ) コントローラ13

コントローラ 13 は、外部センサ信号 S1 とバッテリー検出結果信号 S2 に基づいて、ロボット 10 の周囲の状況や、内部のバッテリー 18 の残量や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけの有無等を判断する。

そして、この判断結果と、予めコントローラ 13 内部のメモリ部 13a に格納された制御プログラムとに基づいてロボット 10 が次にとるべき行動を決定し、その決定に基づいて回転駆動モータ 10a, 10b, 10c を駆動させて上述の動作モードやそれらを組み合わせた複雑な動作をロボット 10 にさせたり、脚部伸縮駆動モータ 11a, 11b, 11c を適宜駆動させて脚部 9a, 9b, 9c を回転軸 3a, 3b, 3c 方向に伸縮させる等の動作を行わせるものである。

#### 【0074】

また、コントローラ 13 は、必要に応じて、出力装置 15 に対して所定の情報を出力するように指示する。

これにより、例えば、視覚に訴える出力手段の一つである発光装置 30a, 30b, 30c を点灯あるいは点滅させることにより、あるいは、別の出力手段である表示装置のモニタ 31 やプロジェクタ 32 (図 11 参照) に所定の表示をさせることにより擬似的な感情表現を行うことができる。

また、聴覚に訴える出力手段の音声発生装置であるスピーカ 33 によって各種情報を出力することもできる。

#### 【0075】

ここでいう各種情報とは、映像情報と音声情報とを含むものであり、さらに、外部センサ 14 で検出した映像情報や、血圧値、心拍数、湿度、気温等や、詳細を後述する通信 I/F 17 によって得られた外部から送信されてきた情報や、ロボット 10 内部の記録再生装置 (HDD 等) 16 に記録した情報も含んでいるものである。

#### 【0076】

このようにして、ロボット 10 は、内部に搭載したコントローラ 13 により、その外部情報やユーザからの指令や働きかけの有無や程度に基づいて自律的に行動することができるようになされている。

#### 【0077】

次に、視覚や聴覚に訴える出力方法について具体的に説明する。

気象系センサ 14 c が測定した気温や湿度等の情報をモニタ 31 に表示したり、その気温や湿度環境における快適さ度合いによって感情表現を行うことができる。

例えば、不快な環境状態の場合は発光手段 30 a, 30 b, 30 c を赤く点滅させ、快適な環境状態の場合はそれを緑色に点灯させる。

また、気圧の変化を継続的に測定すること等で天気の前測を行い、その前測結果を発光手段 30 a, 30 b, 30 c の色で表現したり、モニタ 31 に表示したり、スピーカ 33 により音声でユーザーに知らせることもできる。

#### 【0078】

一方、ユーザーがロボット 10 を撫でた場合、発光手段 30 a, 30 b, 30 c を緑色に点灯させると共にその位置でロボット 10 自身が自転して喜びの表現をしたり、叩いた場合は、発光手段 30 a, 30 b, 30 c を赤く点滅させると共に、自転の方向を、正転と反転を短い間隔で繰り返すことで体をゆするのような動きとして怒りの表現をすることができる。

もちろん、モニタ 31 やプロジェクタ 32 の表示装置に表示したり、スピーカ 33 で発音することにより視覚や聴覚に訴えることもできる。

#### 【0079】

この様な出力や表現の親しみやすさを具現化したロボットの一例を図 12 に示している。

当例は、カメラ 21 A, 左右一対のマイク 21 B, モニタ 31, 左右一対のスピーカ 33 からなる入出力装置を本体ユニット 20 外面に設けたロボット 10 である。また、測距センサ 22 や後述する通信 I/F 17 も外面に設けている。

人間の口や目に相当する表現については、モニタ 31 の画面上にその模式的形態 31 A を表示してその喜びや怒り、悲しみ等の感情を表現したり、また、これを補助するように、車輪部 200 a, 200 b, 200 c 内部に配置した発光手段 30 a, 30 b, 30 c の発光を制御し、窓部 109 a, 109 b, 109 c を通して外部から視認させることができる。

#### 【0080】

また窓部 109 a, 109 b, 109 c の発光状態により、ロボット 10 が次に行う行動をユーザーに知らしめることも可能である。

例えば、自動車のウィンカに相当する役割で、発光手段 30 a, 30 b, 30 c の発光で窓部 109 a, 109 b, 109 c を点滅させ、ロボットの進行方向をユーザーに知らせることも可能である。

#### 【0081】

さらに、発光手段 30 a, 30 b, 30 c の発光色を時間とともに変化させることもできる。これにより、インテリア的な色彩効果を得ることができ、ユーザーの心理状態を変化させて、例えば、気持ちを落ち着かせることが可能になる。

#### 【0082】

このように、ロボット 10 が自律的に行動しつつ感情表現も行えるので、ユーザーとのコミュニケーションを密にとることができ、パートナーロボットとして人間に楽しみや喜びを与えることとともに、人間の心を和ませたりすることもできる。

#### 【0083】

##### (二) 通信 I/F 17

通信 I/F 17 を介して、外部センサ信号 S 1 の情報や記録再生装置 16 内の情報をロボット 10 から外部に送信することができる。

また、ロボット 10 を、自律行動ではなく、通信 I/F 17 を介することによってユーザーの指示による遠隔操作で動作させることも可能である。

#### 【0084】

具体的なロボット 10 の遠隔操作の方法としては、ロボット 10 の外部に設けた図示しないリモートコントローラユニット、パーソナルコンピュータ、携帯電話若しくは PHS 等の移動携帯端末または PDA (携帯情報端末) 等を使用し、ロボット 10 を制御する信号を無線信号としてロボット 10 に送信し、通信 I/F 17 を介してコントローラ 13 を制御する方法である。これにより、ロボット 10 をユーザーの思うまま自由に遠隔操作することができる。

また、この方法によれば、ロボット 10 の外部に設けたパーソナルコンピュータや携帯電話等の情報機器内部に格納された情報を無線でロボット 10 に送信し

、その情報をロボット10の出力装置15で外部機器に向けて出力することも遠隔操作で可能である。

#### 【0085】

また、ロボット10で検出した映像情報や音声情報を、通信I/F17を介して遠隔地等の外部に送信すれば、移動可能な監視カメラとしてロボット10を使用することができる。

さらに、通信を双方向とすることで、ロボット10の撮影した画像を見ながらロボット10を遠隔操作することができる。

#### 【0086】

加えて、健康管理系センサ14bによって測定したユーザーの血圧、心拍数、体温等の情報を、通信I/F17を介して定期的に病院や健康管理センタ等へ送信することで、そのユーザーの健康状態を遠隔的に管理することも可能である。

身体に異常のある場合は、このロボット10を通して健康管理センタの医師がユーザーに問診することができ、ユーザーが独居老人の場合には特に有効である。

また、あらかじめ正常とする健康管理に必要な各測定値情報をメモリ部13aに記憶させておき、新たに測定した情報と比較して異常の有無をロボット10に判断させ、病院に連絡する等の行動をとるようにプログラムを設定しておくこともできる。

#### 【0087】

##### (ホ) 記録再生装置16

記録再生装置16として、HDDを用いることができるが他の装置でもよい。

この記録再生装置16は、通信I/F17介して受信した情報を記録／再生するためのもので、コントローラ13内のメモリ部13aの容量を補うためのものであり、ロボット10の外部センサ14によって検出した情報も記録／再生することを可能とするものである。

#### 【0088】

上述したロボット10を制御するプログラムは簡単に構成できるので、メモリ部13aの容量も膨大にならず、また、この記録再生装置16の容量も特別膨大

である必要はない。

以上が第2実施例におけるロボット10の制御システム構成である。

#### 【0089】

##### (D) 変形例

さて、上述した本発明の実施例は、記載した構成に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において例えば下記のように変更が可能である。

#### 【0090】

3つの回転軸3a、3b、3cは、被移動面8への投影線が互いになす角度が略等角度に設定されていればよい。

また、本体ユニット2、20の略球体状筐体の中心Oで交わるものに限らず、中心Oを通る垂直軸（図2、図8のV軸）上における一点で交わるものでもよい。

#### 【0091】

さらに車輪ユニットの数を3つとしたが、回転軸を4軸以上として車輪ユニットを4つ以上設けてもよい。また、回転軸数によらず、これらの回転軸が交わらない構成にすることができる。この場合においても、被移動面8への投影線が互いになす角度が略等角度に設定されていればよい。

ただし、軸数を増やすことによりコストアップとなり本体内のスペースに制約も多くなり、また、軸が交わらない構成とすると制御が複雑化する。従って、回転軸を3軸にし、これらの回転軸が交わる構成とするのが最も好ましい。

#### 【0092】

さらに、3つの回転軸すべてが同一平面上に含まれることがないように、または、多くとも2つの回転軸が同一平面上にあるように構成する。

これにより、接地部6a、6b、6cの外径を大きくすることなく本体ユニット2、20を被移動面8から離間して配置できるので、床面上の障害物を進路変更することなくまたいで移動することが可能になる。

#### 【0093】

殻状部101a、101b、101cは球面状でなくてもよいが、略球面状とするのが最も好ましい。



殻状部 101a, 101b, 101c を略球面状にすることで、例えば床面 8 上に局所的な凹凸があっても、この殻状部 101a, 101b, 101c が凹凸部のいずれかの部分に接触して推進力を得ることができ、床面 8 の面状態に影響を受けずにロボット 1, 10 の移動が可能になる。

#### 【0094】

また、ロボット 1, 10 の本体ユニット 2, 20 は略球体状でなくてもよい。

本体ユニットの形状にはよらず、少なくとも 3 つの車輪ユニットの回転軸の全てが同一平面上に含まれることなく、それぞれの被移動面 8 への投影線が違いに略等角度を成すように構成すればよいので、本体ユニット 2, 20 の外形形状は自由に設定できる。

例えば、薬剤カプセルのような略円筒形でも、だるま型としてもよく、また、多面体で構成してもよい。

#### 【0095】

また、本体ユニット 2, 20 外形は対称形状でも非対称形状でもよいが、移動の制御を容易にし、安定した接地状態を維持し、床面 8 への駆動力を均一に伝達するために、各回転軸 3a, 3b, 3c が交わる点を通る床面 8 に垂直な線上にロボット 1, 10 の重心を設定することが好ましい。

#### 【0096】

上述した第 1～第 3 系統センサは、そのすべての系統を搭載する必要はない。

制御系センサ 14a は動作制御の為に必ず必要であるが、他の系センサについては、いずれかを搭載して健康管理あるいは天気予報に特化したロボット 1, 10 にしてもよい。

また、各系統センサを構成するセンサは、ロボット 1, 10 の用途に応じて必要で最適なものを適宜選択して搭載することができる。

#### 【0097】

##### (E) 詳細構造

次に、ロボット 1, 10 の詳細構造について第 2 実施例に基づき、図 13～図 29 を用いて説明する。

図 13 は、図 7 において、ロボット 10 の脚部 9a, 9b, 9c を最も縮小し

た状態における A-A 断面であり、図 14～図 17 はボトムカバー 20B の平面図と 3 つの側面図である。

図 18、図 19 は脚部を縮小した状態における軸方向断面図と側面図であり、図 20、図 21 は脚部を縮小した別の状態における軸方向断面図と側面図であり、図 22、図 23 は、脚部を伸長した状態における軸方向断面図と側面図であり、図 24、図 25 は、脚部を伸長した別の状態における軸方向断面図と側面図である。

また、図 26 は平面図であり、図 25 は要部の軸に直交する断面図であり、図 28、図 29 は要部の軸方向部分断面図である。

ロボット 10 は略球体形状の本体ユニット 20 と 3 つの車輪ユニット 40a、40b、40c から構成される。

説明上、略球体状の本体ユニット 20 を地球に例え、本体ユニット 20 の最も被移動面 8 に接近した位置を南極 ST とみなして各位置を方位等で適宜表現する。

#### 【0098】

<本体ユニットについて>

本体ユニット 20 の筐体は、その赤道部 EQ で上下（北と南）に 2 分割され、北側にある殻状のトップカバー 20T と南側のボトムカバー 20B とから形成される。

両カバーは、ネジ 124 で一体的に固定されている。

トップカバー 20T の内部、すなわち北半球に相当する領域の内部には、バッテリー 18 と、図示しないバッテリーセンサ 19、コントローラ 13、外部センサ 14、出力装置 15、HDD 16 及び通信 I/F 17 を備えた、あるいは、これらと接続したシステム制御基板 125z、125y が備えられている。

このシステム制御基板 125z、125y は、ボトムカバー 20B の上端面部にネジ 128 で固定されたフレーム 127 にネジ 126 で固定されることでボトムカバー 20B に一体的に固定されている。

#### 【0099】

このシステム制御基板 125z、125y は、トップカバー 20T 側に固定し

てもよい。この場合、後述するようにロボット 10 を機能別にユニット化することが可能になる。

#### 【0100】

バッテリー 18 は、フレーム 127 に固定されたバッテリーホルダ 129 に着脱可能に保持されている。バッテリー 18 の質量は大きいので、この保持位置を当図のように本体ユニット 20 の中央部にすることによって、ロボット 10 全体の重心をロボット 10 の概ね中央に位置させ、姿勢や動作をより安定させることができる。

#### 【0101】

ボトムカバー 20B は、図 14 ～ 図 17 にその平面図と 3 つの側面図を示すように、その略半球殻体に、3 つの回転軸 3a, 3b, 3c に概ね直交する平面で切断した平面部 130a, 130b, 130c と、その平面部上に回転軸 3a, 3b, 3c を中心に開口した円形の開口部 131a, 131b, 131c とを有している。

この開口部 131a ～ 131c は、車輪ユニット 40a, 40b, 40c を構成するマウント 111a, 111b, 111c (詳細は後述する) と嵌合するように形成される。

そして、車輪ユニット 40a, 40b, 40c は、マウント部 111a, 111b, 111c に設けられたボス 133 が開口部 131a ～ 131c に設けられた嵌合孔 141 に嵌合することで回転方向の位置決めがされると共にネジ 134 によってボトムカバー 20B に固定される (図 13, 図 14 参照)。

#### 【0102】

ボトムカバー 20B の内側の下部 (南極近傍) には、回転駆動モータ 10a, 10b, 10c と伸縮駆動モータ 11a, 11b, 11c (図 27 参照) を駆動制御するためのモータ駆動制御装置 135 がネジ 136 によって固定される。

モータ駆動制御装置 135 には、モータを駆動制御するための MDA (モータドライブアンプ) 137 とその周辺回路が実装されている。

また、モータ駆動制御装置 135 は、ケーブルまたはフレキシブル基板 (図示せず) によってシステム制御基板 125z, 125y と電氣的に接続されており

、制御信号の双方向通信が可能のように構成されている。

#### 【0103】

このモータ駆動制御装置135は、回転駆動モータ10a, 10b, 10c及び伸縮駆動モータ11a, 11b, 11cと、ケーブルまたはフレキシブル基板（図示せず）等によって接続されており、モータ駆動制御装置135から両モータに駆動制御信号を送信することで車輪部200a, 200b, 200cの回転駆動制御や脚部9a, 9b, 9cの伸縮駆動制御を行うことができる。

#### 【0104】

また、このモータ駆動制御装置135と、車輪部200a, 200b, 200cの内部に備えた発光手段であるLED30a, 30b, 30cと、マウント111a, 111b, 111cに備えた第1検出スイッチ123s1及び第2検出スイッチ123s2（図19参照）とは、ケーブルまたはフレキシブル基板（図示せず）等によって電氣的に接続されており、第1, 第2検出スイッチ123s1, 123s2からの信号に基づいて脚部9a, 9b, 9cの伸縮動作制御を行ったり、LED30a, 30b, 30cの発光を制御することができる。

そして、これらの制御を行うための主たる信号は、システム制御基板125z, 125yのコントローラ13からこのモータ駆動制御装置135に送信されている。

発光手段30は、LEDに限るものではなく、例えば有機EL素子等を使用することができる。

#### 【0105】

<車輪ユニットと脚部伸縮機構について>

次に、車輪ユニット40a, 40b, 40cの詳細構造と脚部9a, 9b, 9cの伸縮機構とについて、図18乃至図29を用いて説明する。これらの図は、車輪ユニット40a, 40b, 40c単体の図である。

3つの車輪ユニット40a, 40b, 40cは全て共通構造なので、以下の説明は、添字を省略した車輪ユニット40を代表として記すことにし、他の部品についても必要な場合以外、車輪ユニットと同様に添字のa, b, cは省略する。

#### 【0106】

車輪ユニット 40 は、マウント 111 をベースとして複数の部品で組立てられたアッセンブリユニットである（図 18 参照）。

このマウント 111 は両端を開口した略円環状であり、ほぼ中央部に略円盤状のフランジ 111 y を有している。

マウント 111 の中心軸は車輪部 200 の回転軸 P となる。マウント 111 の内面には、第 1 の嵌合部 138 と、第 1 嵌合部 138 の内径よりも小さい内径を有する第 2 の嵌合部 139 とが形成されている。

第 1 の嵌合部 138 には、略円環状のアウタースリーブ 112 の一部が嵌合し、第 2 の嵌合部 139 には略円環状のインナースリーブ 115 の一部が嵌合している。

アウタースリーブ 112 とインナースリーブ 115 は、マウント 111 の内面に沿って軸 P の方向に摺動可能になっている。

#### 【0107】

インナースリーブ 115 の内側には、軸 P と同軸に、略円環状でその一端側にフランジ 113 z を有するウォームガイド 113 が配置されている。

このフランジ 113 z は、アウタースリーブ 112 の一方の開口端部（図の上側）にこれを塞ぐように固定され、ウォームガイド 113 とアウタースリーブ 112 とは一体化されている。

#### 【0108】

ウォームガイド 113 のフランジ 113 z には、アウタースリーブ 112 の外形より外側に突出する腕状のフック 113 y が、軸 P を挟み略対向する位置に一对形成されている（図 19 参照）。

そして、このフック 113 y と、マウント 111 に設けた図示しないフックとに引張バネ 121 の両端が架けられているので、この引張りバネ 121 の収縮力により、アウタースリーブ 112 は、マウント 111 側に付勢されてマウント 111 の段部 111 z に当接して保持される（図 18 参照）。

#### 【0109】

ウォームガイド 113 の内側には、ウォーム 116 が配設される。

このウォーム 116 は細長い略環状であり、外周面にウォーム歯車部 116 z

を有し、一端側にはフランジ 116 d を備えている。このフランジ 116 d の外周には、ウォーム歯車部 116 z より大きい径で平歯車部 116 y が形成されている。

#### 【0110】

また、ウォーム歯車部 116 z の外形面は、ウォームガイド 113 の内面を滑らかに摺動できるように形成処理されている。

ウォームガイド 113 のフランジ 113 z とは反対側の端部付近の側面には、開口部 113 p が設けられている。この開口部 113 p に、ラック歯車部 118 z を有するヘリカルラック 118 が、そのラック歯車部 118 z をウォームガイド 113 の内部に挿入するように固定される。

そして、ラック歯車部 118 z はウォーム歯車部 116 z と噛合されている。

#### 【0111】

マウント 111 におけるフランジ部 111 y の外周面 111 x が、ボトムカバー 20 B の開口部 131 の内面 132 と嵌合して軸 P の位置出しをするとともに、マウント 111 に設けたボス 133 が、開口部 131 に設けた位置決め穴 141 に嵌合することで、車輪ユニット 40 の回転方向の位置決めがされる（図 13 参照）。さらに、フランジ部 111 y に設けたネジ孔 142（図 26 も参照）とネジ 134 とによって車輪ユニット 40 はボトムカバー 20 B に固定される。

以上のような位置決め構造によって、車輪ユニット 40 はボトムカバー 2 B に対して所定の位置に精度良く固定される。

#### 【0112】

図 19 において、マウント 111 のフランジ 111 y 上にはスイッチブラケット 143 がネジ 144（図 18 参照）によって固定される。このスイッチブラケット 143 は、両端を異なる長さで立ち上げた略コ字状に形成されている。

立ち上げた部分の長い方の先端部に第 1 検出スイッチ 123 s 1 が固定され、短い方の先端部には第 2 検出スイッチ 123 s 2 が固定される（図 19、図 21、図 23、図 25 及び図 26 参照）。

#### 【0113】

この第 1 検出スイッチ 123 s 1 と第 2 検出スイッチ 123 s 2 は、それぞれ

脚部 9 の伸縮動作における最も縮小した位置（以下、最縮小位置または第 1 の位置）と最も伸長した位置（以下、最伸長位置または第 3 の位置）を検出するスイッチである。

具体的には、第 2 検出スイッチ 123 s 2 はアウタースリーブ 112 の軸 P 方向における位置を検出し、そのアウタースリーブ 112 のほぼ中央部に設けられて外側に張り出したフランジ 112 f が当接することによって駆動される。

また、第 1 検出スイッチ 123 s 1 は後述するスライドブラケット 145 の軸 P 方向における位置を検出し、そのスライドブラケット 145 の開口側端部に設けられたフランジ部 145 x が当接することによって駆動される（図 19、図 21、図 23 参照）。

#### 【0114】

次に、スライドブラケット 145 について図 18、図 19 及び図 26 を用いて詳述する。

スライドブラケット 145 は、概ね伏せたすり鉢を 1/4 に切断したような形状であって、傾斜した傾斜壁 145 a に接続して軸と平行な平行壁 145 b が形成されている。

傾斜壁 145 a と平行壁 145 b との接続部付近の内面には、軸 P 方向に立設するようにガイドシャフト 145 z が一体的に設けられている。このガイドシャフト 145 z は、アウタースリーブ 112 の一方の端部に形成したガイド穴 112 z と嵌合し、軸方向に摺動自在とされている。

#### 【0115】

一方、スライドブラケット 145 の底壁 145 c（図 18 の上側）には、内側に向けて立設するようにガイドピン 145 y が一体的に設けられている。

スライドブラケット 145 は、ウォーム 116 の平歯車部 116 y を設けた側とは反対側の端部（図 18 の上側）を覆うように、かつ、ウォーム 116 の貫通孔であるガイド孔 116 x に嵌合可能となる位置に取り付けられている。

また、スライドブラケット 145 の開口側端部にはフランジ部 145 x が形成されている。このフランジ部 145 x とスイッチブラケット 143 との間に引張りバネ 146 が架けられ、互いに接近する方向に付勢されている。

## 【0116】

以上の説明において、マウント111、アウタースリーブ112、ウォームガイド113及びスライドブラケット145は、脚部9の伸縮駆動動作時には本体ユニット20のボトムカバー20B側にマウント111を介してほぼ固定された状態となるので、これらを総称して固定側部114と称する。

これに対して、主として伸縮動作に係わるインナースリーブ115、ウォーム116及び車輪部200を総称して可動側部117と称する。

固定側部114と可動側部117とは、軸P方向に一部が重なりあう場合があるが、各図においては、簡単の為に概ね分割される位置にてそれぞれを示している。

## 【0117】

次に、この可動側部117について主に図18を用いて説明する。

以下の説明においては、インナースリーブ115は伸縮する脚部9に相当する部分であるので、理解を容易にするためにインナースリーブ115と脚部9とを同一のものとして説明する。

## 【0118】

当図において、インナースリーブ115の一方の端面部（図の上側）には略環状のスリーブキャップ147が固定されている。

このスリーブキャップ147の外周面部には、図31（a）にも示すように、外側方向に突出した凸部147zが3ヶ所形成されている。図31（a）は、スリーブキャップ147の平面図である。

## 【0119】

一方、マウント111の第1、第2の嵌合部138、139を除く内周面には、図31（b）にも示すように、径が大きい凹部111vが3ヶ所形成されている。図31（b）は、マウント111の平面図である。

同様に、アウタースリーブ112の内周面には、図31（c）にも示すように、径が大きい凹部112vが3ヶ所形成されている。図31（c）は、アウタースリーブ112の平面図である。

そして、スリーブキャップ147の凸部147zは、アウタースリーブ112



の凹部 112v に回転方向の位置が規制されるように係合する。

従って、インナースリーブ 115 は、アウトースリーブ 112 に対して回転することなく軸 P の方向に摺動可能とされている。

#### 【0120】

また、スリーブキャップ 147 の凸部 147z は、マウント 111 の凹部 111v に回転方向の位置が規制されるように係合する。さらに、インナースリーブ 115 が L 方向に摺動すると、マウント 111 の凹部 111v と第 2 の嵌合部 139 との境界に形成された段部である第 1 ストップ部 111s1 に当接する。

これにより、インナースリーブ 115 は、マウント 111 に対して回転することなく軸 P の方向に摺動可能とされ、さらに、インナースリーブ 115 の最伸長位置が規制される (図 22 参照)。

#### 【0121】

インナースリーブ 115 のスリーブキャップ 147 を固定した側とは反対側の端部 (図の下側) には、モータベース 104 がネジ 155 により固定されている。

このモータベース 104 は、その中央部に、略円環状の軸受ホルダ部 104z と、この軸受ホルダ部 104z と同軸であってそれよりも大きい径を有してマウント 111 と嵌合する円環状のカバー部 104y とを備えるとともに、カバー部 104y の一端側には、略円板形状のフランジ 104x を備えた形状に形成されている。

#### 【0122】

軸受ホルダ部 104z には、2 つの軸受 105, 106 が装着されており、これらの軸受は、車輪部 200 の殻状部 (以下、スラストホイールと称する) 101 のボス部 101z に固定されたシャフト 149 (詳細は後述する) をモータベース 104 に対して回転自由に軸支する。

従って、スラストホイール 101 は、モータベース 104 やインナースリーブ 115 に対して回転自由に支持される。

#### 【0123】

軸受ホルダ部 104z には、リミッタシャフト 156 が、インナースリーブ 1

15の内側に向け、軸Pと平行の周方向に $120^\circ$ の間隔で3本圧入により固定されている(図27も参照)。

また、フランジ104xには、発光手段であるLED30を周方向に3個配列保持したLEDブラケット148が固定され、このLEDブラケット148に対して軸Pを挟んだ反対側には、車輪部200を回転駆動するための回転駆動モータ10と可動側部117を伸縮駆動するための伸縮駆動モータ11が固定されている(図27, 図28及び図29参照)。

#### 【0124】

車輪部200は、主として3つの部品によって構成される。1つは略半球の殻状部であるスラストホイール101で、その中心軸には上述のようにシャフト149が圧入固定されている。

#### 【0125】

他の1つは、このスラストホイール101と接続する、上述の説明で環状部と称したラジアルホイール102である。

スラストホイール101とラジアルホイール102とは、その接続部の外面部分に接地部となる樹脂リング6を挟みこむようにネジ151によって一体的に固定されている。

#### 【0126】

この樹脂リング6は、上述の動作モードの説明で詳述したように、床面8との摩擦力によって推進力を発生させると共に、必要な場合には床面8を静止しながら、または、回転しながら滑ることができるような材質で形成される。一例として、POM(ポリアセタール)を使用することができる。

この樹脂リング6の材質は、樹脂に限るものではなく、移動する床面8に応じて最適な材質を適宜選択することができるが、床面との摩擦係数 $\mu$ が0.1以上0.8以下の範囲になる材質を採用すれば、床面8の材質の違いに大きく影響を受けることなく安定した動作が可能となるので最も望ましい。

#### 【0127】

図18, 図27に示すように、ラジアルホイール102の外周面における任意の周方向位置には、部分的に開口部102wが形成され、この開口部102wに

は光を透過する材料からなる窓部 1 0 9 が装着されている。

そして、この窓部 1 0 9 は、モータベース 1 0 4 上に備えた L E D 3 0 に対して、軸 P 方向において概ね対向する位置に設けてあるので、車輪部 2 0 0 が回転しても L E D 3 0 の発光が外部から視認可能であり、発光手段として機能するものである。

#### 【 0 1 2 8 】

車輪部 2 0 0 を構成するもう 1 つは、略円板状のホイールカバー 1 0 3 であり、ラジアルホイール 1 0 2 の上部を覆うようにネジ 1 5 2 によって固定されている（図 1 8 参照）。

#### 【 0 1 2 9 】

＜インナースリーブ、モータベース及び車輪部の組み立て＞

次に、インナースリーブ 1 1 5、モータベース 1 0 4 及び車輪部 2 0 0 の組立について図 1 8 を主に用いて説明する。

まず、モータベース 1 0 4 に軸受 1 0 5、1 0 6 を固定する。

そして、回転駆動モータ 1 0 及び詳細を後述する回転駆動機構 1 5 3（図 2 8 参照）並びに伸縮駆動モータ 1 1 と詳細を後述する伸縮駆動機構 1 5 4（図 2 9 参照）を組み立ててモータベース 1 0 4 に固定し、さらに、L E D 3 0 を備えた L E D ブラケット 1 4 8 を固定する。

次に、インナースリーブ 1 1 5 にモータベース 1 0 4 をネジ 1 5 5 で固定した後、スラストホイール 1 0 1 のシャフト 1 4 9 を軸受 1 0 5、1 0 6 に当図の下方向から挿入し、内側から軸受の内径より大きな頭部を有するネジ 1 8 1 をシャフト 1 4 9 に螺合させることで、シャフト 1 4 9 を軸受 1 0 5、1 0 6 から抜けないようにするとともに回転自在に保持する。

最後に、ホイールカバー 1 0 3 をラジアルホイール 1 0 2 にネジ 1 5 2 により固定する。

#### 【 0 1 3 0 】

このようにして組み立てた状態において、モータベース 1 0 5 のフランジ 1 0 4 x の外形とスラストホイール 1 0 1 の内面とは、その隙間が極めて少なくなるように形状が設定されている。

## 【0131】

この組み立てにより、車輪部200は、シャフト149とスラストホイール101のボス部101zとが軸受105、106に回転自由に支持された状態となり、モータベース104に対してスラストホイール101とラジアルホイール102とホイールカバー103とが一体で回転し、ホイールカバー103とモータベース104のフランジ部104x及びカバー部104yとラジアルホイール102とスラストホイール101とによって囲まれた内部空間には回転駆動機構153と伸縮駆動機構154とが略密閉状態で備えられた構成となる。

この略密閉構造により、外部からのゴミ等の異物侵入を防止できるので、円滑な駆動状態を長期間維持することができる。

## 【0132】

<ウォームについて> (図18参照)

上述のように、ウォーム116は、ウォーム歯車部116zと平歯車部116yとで構成される。平歯車部116yを備えた側の端部には、スラストブラケット157が、ウォーム116とそのガイド孔116xに圧入固定されたスラストシャフト158に挟まれるようにしてウォーム116に対して回転自在に保持されている。

スラストブラケット157の外周部には、120° 間隔で孔157hが3ヶ所設けられ、この孔157hには、モータベース104に圧入により立設固定されたりミッタシャフト156がそれぞれ嵌合している。

リミッタシャフト156の先端には、このシャフトの径より大きな頭部を有するネジ160が取り付けられており、リミッタシャフト156の外側に、このネジ160の頭部と孔157の段部157h1とを両端にして圧縮バネ159が挿着されている。

## 【0133】

すなわち、ウォーム116とスラストブラケット157とは、モータベース104に対して軸P方向に移動可能となるように構成され、圧縮バネ159によってモータベース104側に付勢された状態になっている。

さらにウォーム歯車部116zは、上述したようにウォームガイド113に装

着したヘリカルラック 118 のラック歯車部 118 z と噛合している。

#### 【0134】

また、平歯車部 116 y は、伸縮駆動機構 154 を構成する第 2 リレイギア 177 (詳細は後述する) と噛合することで軸 P 回りに回転駆動され (図 27, 図 29 参照)、この回転駆動が、ウォーム歯車部 116 z とラック歯車部 118 z との噛合によって軸 P 方向の直線駆動に変換されて可動側部 117 はウォーム 116 とともに軸 P 方向に伸縮駆動する。

#### 【0135】

##### <回転駆動機構について>

次に、車輪部 200 の回転駆動機構 153 について図 27, 図 28 を用いて詳述する。

回転駆動モータ 10 は、その回転軸に第 1 ドライブギア 10 z が圧入固定されてモータベース 104 のフランジ 104 x に固定されている。

また、このフランジ 104 x には、第 1 ドライブシャフト 161, 第 2 ドライブシャフト 162 及び第 3 ドライブシャフト 163 が圧入固定されており、それぞれに第 2 ドライブギア 164, 第 3 ドライブギア 165 及び第 4 ドライブギア 166 が回転自在に装着されている。

これらの第 1 ドライブギア 10 z, 第 2 ドライブギア 164, 第 3 ドライブギア 165 及び第 4 ドライブギア 166 の歯車部は、それぞれ順次に噛合して減速機構 167 を構成している。

#### 【0136】

一方、スラストホイール 101 の内面には、環状の内歯車部 101 y が一体的に形成され、この内歯車部 101 y と第 4 ドライブギア 166 の最終段ギア部 166 x とが噛合される。

この構成によって、回転駆動モータ 10 の回転が減速機構 167 を介してスラストホイール 101 (車輪部 200) に伝達され、スラストホイール 101 は回転駆動される。

#### 【0137】

この回転駆動機構 153 は、上述したように、略密閉した空間内に備えられて

いるため、ゴミ等の異物が外部から侵入することがほとんどない。従って、メンテナンスを長期間行わなくても安定して円滑な回転駆動を行うことができる。

また、減速機構 167 のギアの噛合等によって発生する騒音が外部に漏れることがないのでロボット 10 は極めて静かに移動することができる。

さらに、この回転駆動機構 153 は、車輪ユニット 40 の可動側部 117 内に独立して備えられているので、脚部 9（インナースリーブ 115）の伸縮状態に関係なくどの伸長位置においても自由にスラストホイール 101（車輪部 200）の回転駆動を行うことが可能である。

#### 【0138】

この回転駆動は、上述したように、コントローラ 13 によって制御されるものであるが、当然ながら、モータ駆動制御装置 135 を構成する MDA 137（図 13）から回転駆動モータ 10 へ供給される電源の極性を反転させることで車輪部 200 の回転方向を逆にすることができる。

#### 【0139】

##### <回転駆動モータへの電源供給について>

次に、回転駆動モータ 10 への電源供給方法について図 18，図 27 を用いて説明する。

回転駆動モータ 10 の電源端子 10y、10x にはケーブルまたはフレキシブル基板（図示せず）（以下、ケーブルと称する）が半田により固定されている。

このケーブルは、モータベース 104 のフランジ 104x に設けた丸穴 104w を通してモータベース 104 の裏側（図 27 の紙面の向こう側）に引き出された後、モータベース 104 の軸受ホルダ部 104z にある長穴 104u から再度モータベース 104 上面（同図の紙面の手前側）に引き出される。

#### 【0140】

そして、さらにインナースリーブ 115 の内部 115z（図 18，図 20 参照）とアウトースリーブ 112 の内部 112u（図 22，図 24 参照）とを經由してフランジ 113z に設けた孔 113x（図 26 参照）から車輪ユニット 40 の外部に引き出された後、モータ駆動制御装置 135 に接続される。

#### 【0141】

脚部 9 が縮小した状態では、ケーブルの一部が弛むが、車輪ユニット 40 外部の駆動制御装置 135 の上方空間かインナースリーブ 115 の内部 115 z において弛ませることができる。

#### 【0142】

上述した構成は、回転駆動モータ 10 の回転を、回転伝達手段である減速機構 167 等を介してケースであるラジアルホイール 102 及びスラストホイール 101 に伝達するものであるが、回転伝達手段は上述した減速機構に限定されるものではない。減速機能を備えずに回転を伝達するものでもよい。

また、回転伝達手段を備えずに、回転駆動モータの軸とケースとを直結したダイレクト駆動構造にしてもよい。

#### 【0143】

##### <伸縮駆動機構について>

次に、車輪部 200 を含む可動側部 117 の伸縮駆動機構 154 について図 27、図 29 を用いて詳述する。

伸縮駆動モータ 11 は、その回転軸に第 1 ストレッチギア 11 z が圧入固定されてモータベース 104 のフランジ 104 x に固定されている。

また、このフランジ 104 x には、第 1 ストレッチシャフト 168、第 2 ストレッチシャフト 169 及び第 3 ストレッチシャフト 170 が圧入固定されており、それぞれに第 2 ストレッチギア 171、第 3 ストレッチギア 172 及び第 4 ストレッチギア 173 が回転自在に装着されている。

#### 【0144】

これらの第 1 ストレッチギア 11 z、第 2 ストレッチギア 171、第 3 ストレッチギア 172 及び第 4 ストレッチギア 173 の歯車部は、それぞれ順次に噛合して減速機構 174 を構成している。

#### 【0145】

モータベース 104 の軸受ホルダ部 104 z に形成された貫通孔 104 z 1 にはリレイシャフト 175 が挿通されている。

このリレイシャフト 175 の両端部には第 1 リレイギア 176、第 2 リレイギア 177 が一体的に固定されているので、リレイシャフト 175 は、軸受ホルダ

部 104z に対して回転自在に支持される。

そして、この第 1 リレイギア 176 は第 4 ストレッチギア 173 の最終段ギア部 173z と噛合し、第 2 リレイギア 177 は上述したウォーム 116 の平歯車部 116y と噛合している。

#### 【0146】

すなわち、伸縮駆動モータ 11 の回転は、減速機構 174、第 1 リレイギア 176 及び第 2 リレイギア 177 を介してウォーム 116 に伝達され、このウォーム 116 を軸 P 回りに回転駆動させる。そして、上述したように、この回転駆動力が、ウォーム歯車部 116z とラック歯車部 118z との噛合によって軸 P 方向の直線駆動力（以下、この直線駆動力を軸方向推力と称する）に変換されて可動側部 117 はウォーム 116 とともに軸 P 方向に移動する。

ウォーム 116 の回転軸と軸 P とは同軸であるから、この軸方向推力は軸 P 上に作用してこの移動動作は滑らかに行なわれる。

#### 【0147】

また、第 4 ストレッチギア 173 の最終段ギア部 173z は、エンコーダギア 178 にも噛合（図 27 参照）している。

このエンコーダギア 178 の回転量を、エンコーダギア 178 に備えたパルス発生手段（図示せず）により発生させたパルス数としてセンサ 180 で検出し、検出したパルス数を回転量信号としてモータ駆動制御装置 135 を経由してコントローラ 13 へと送出する。

このエンコーダギア 178 の回転はウォーム 116 の回転と同期しているので、エンコーダギア 178 の回転量を検出することで、コントローラ 13 はウォーム 116 の位置、すなわち伸縮動作における車輪部 200 の位置の検出を行うことができる。

#### 【0148】

伸縮駆動モータ 11 への電源供給方法については、上述した回転駆動モータ 10 の場合と同様である。

また、センサ 180 からの信号及び LED 30 への信号は、ケーブルまたはフレキシブル基板（図示せず）（以下、ケーブルと称する）によって外部に送出さ



れる。

#### 【0149】

このセンサ180に接続したケーブルは、まずモータベース104に形成した長孔104uからモータベース104上面（図27の紙面手前側）に引き出される。

一方、LED30に接続したケーブルは、モータベース104に形成した孔104vを通してモータベース104裏側（当図の紙面の向こう側）に引き出された後、モータベース104の軸受ホルダ部104zにある長穴104uから再度モータベース104上面（当図の紙面の手前側）に引き出される。

そして、センサ180とLED30の信号用ケーブルは、さらにインナースリーブ115の内部115z（図18，図20参照）とアウトースリーブ112の内部112u（図22，図24参照）とを經由してフランジ113zに設けた穴113x（図26）から車輪ユニット40外部に出された後、モータ駆動制御装置135に接続される。

#### 【0150】

脚部9が縮小した状態では、ケーブルの一部が弛むが、車輪ユニット40外部の駆動制御装置135の上方空間かインナースリーブ115の内部空間115zにおいて弛ませることができる。

#### 【0151】

<伸縮駆動動作行程について>

次に、伸縮駆動動作についてその動作行程毎に説明する。

（1）可動側部117の縮小位置決め行程（図18，図19，図20参照）

例えば図20に示す状態において、コントローラ13の指示によりモータ駆動制御装置135が伸縮駆動モータ11を回転させる（この時の回転方向を正方向とする）と、その回転は減速機構174を介してウォーム116に伝達し、ウォーム116は逆方向に回転する。

その回転により、上述したように、ウォーム116には軸推力が発生し、ウォーム116はスラストブラケット157とともに、圧縮バネ159に逆らって当図中のS方向に駆動される。

## 【0152】

この移動により、スライドブラケット145のフランジ部145xが第1検出スイッチ123s1から離れてこれをOFF状態にする(図19参照)。

そして、第1検出スイッチ123s1からOFF信号がコントローラ13に送出され、コントローラ13がこのOFF信号を検出すると、コントローラ13は伸縮駆動モータ11の回転を停止させるようにモータ制御回路135に指示を出しモータ制御回路135は伸縮駆動モータ11を停止させる。図18, 図19はこの状態を示している。

## 【0153】

スラストブラケット157は、ウォーム116とともにモータベース104から離間した(浮いた)状態で、ウォーム歯車部116zとラック歯車部118zの噛合によってその位置に保持されている。

すなわち、ウォーム116とスラストブラケット157とは固定側部114に略固定された状態にある。

## 【0154】

この時、リミッタシャフト156が挿入された圧縮バネ159は、ネジ160を介してリミッタシャフト156をS方向に付勢して可動側部117全体をS方向に押し上げており、マウント111の第2嵌合部139側の端部である第2ストッパ部111s2にモータベース104が当接することで、可動側部117は軸P方向に位置決めされている。

すなわち、ユーザーが可動側部117を手などでL方向に動かしても、圧縮バネ159による付勢力が働き、可動側部117は手を離せば元の位置に復帰するので、位置検出不良による動作の不具合が発生することを防止することができる。

## 【0155】

また、上述のように、可動側部117は圧縮バネ159によって付勢されつつ位置決め保持されているのでガタがない。

従って、ロボット10の姿勢は極めて安定して円滑な移動を行うことが可能であり、ロボットとして高品位な状態を維持できる。

## 【0156】

(2) 可動側部 117 の伸長初期行程 (図 20, 図 21 参照)

上述の (1) の状態から脚部 9 (インナースリーブ 115) を伸長する場合、コントローラ 13 はモータ駆動制御装置 135 に伸縮駆動モータ 11 を逆方向に回転させる指示を出す。

この指示によりウォーム 116 は正方向に回転駆動し、上述したように、ウォーム歯車部 116z とラック歯車部 118z との噛合によってウォーム 116 は、圧縮バネ 159 の圧縮を解放するように軸 P 上を L 方向に移動する。

## 【0157】

スライドブラケット 145 は、引張りバネ 146 によって L 方向に付勢されているので、このウォーム 116 の移動と連動して L 方向に移動し、フランジ部 145x が第 1 検出スイッチ 123s1 を押してこれを ON 状態にする。

コントローラ 13 は、この第 1 検出スイッチ 123s1 からの ON 信号を検出すると、エンコーダギア 178 の回転で発生するパルス信号をカウントし始める。

この状態で伸縮駆動モータ 11 の回転を継続すれば、可動側部 117 はさらに L 方向に伸長移動する。

一方、所定のパルス数をカウントした後、伸縮駆動モータ 11 の回転を停止させるようにコントローラ 13 がモータ制御回路 135 に指示を出せば、その任意の位置で可動側部 117 を保持することができる。

## 【0158】

(3) 可動側部 117 伸長終端行程 (図 22, 図 23 参照)

次に、可動部側 117 の伸長終端位置について説明する。

上述の (2) の伸長移動において、伸縮駆動モータ 11 が継続して回転されると可動側部 117 はさらに伸長を続け、最終的にスリーブキャップ 147 の凸部 147z がマウント 111 の第 1 ストップ部 111s1 に当接して伸長の終端位置となる。この状態を示したのが図 22, 図 23 である。

## 【0159】

(4) 可動側部 117 の伸長位置決め行程 (図 24, 図 25 参照)

上述の(3)の状態からさらに伸縮駆動モータ11を回転させると、ウォーム116も継続して回転駆動されるが、インナースリーブ115はそれ以上移動できないため、ウォーム116の回転によって発生する軸P方向の推力はウォームガイド113をS方向に駆動する力となる。

#### 【0160】

すなわち、ウォームガイド113は、軸P上のL方向に引張バネ121により付勢されて保持された状態なので、この推力によってウォームガイド113はアウトースリーブ112とともにこの引張バネ121の付勢に逆らってS方向に移動する。このアウトースリーブ112の移動によってそのフランジ部112zが第2検出スイッチ123s2から離れてこれをOFF状態にする。

#### 【0161】

コントローラ13は、この第2検出スイッチ123s2のOFF信号を検出すると、伸縮駆動モータ11の回転を停止させるようにモータ制御回路135に指示を出し、モータ制御回路135は伸縮駆動モータ11を停止させる。この状態を示すのが図24、図25である。

すなわち、この状態においては、ウォーム116を含む可動側部117と、ウォームガイド113と、アウトースリーブ112とが略一体となった構造体(以下、一体化構造体179と称する)となり、引張バネ121が一体化構造体179を固定側部114の第1ストッパ部111s1に当接するように付勢するので、この一体化構造体179は所定の位置に位置決めされ、その位置にて保持される。

#### 【0162】

この状態でユーザーが可動側部117を手などでS方向(押し込む方向)に動かしても、引張バネ121による付勢力が働き、手を離せば可動側部117は元の位置に復帰するので、位置検出不良による動作の不具合が発生することを防止することができる。

#### 【0163】

また、上述のように、可動側部117は引張りバネ121によって付勢されつつ位置決め保持されているのでガタがない。

従って、ロボット 1 0 は姿勢が極めて安定し、円滑な移動を行うことが可能で、ロボットとして高品位な状態を維持できる。

#### 【 0 1 6 4 】

また、このロボット 1 0 が凹凸などのある床面 8 を移動する時には、凹凸によって発生する振動や衝撃を吸収する緩衝機構、いわゆるサスペンションとしてこの引張バネ 1 2 1 が作用する。

この作用によって、凹凸面をロボット 1 0 が移動しても、振動や衝撃が本体ユニット 2 0 内部に伝達するのを抑制することができ、ロボット 1 0 の内部に搭載した精密部品である外部センサ 1 4，出力装置 1 5，HDD 1 6 等の性能を維持することができる。

#### 【 0 1 6 5 】

さらに、引張バネ 1 2 1 と並列に粘性減衰作用のあるダンパー（図示せず）をウォームガイド 1 1 3 のフック 1 1 3 y とマウント 1 1 1 間に懸架すれば、凹凸面を走行して発生する振動をより早く減衰させることができ、本体ユニット 2 0 は、より一層安定した移動と、より高速の移動とが可能になる。

#### 【 0 1 6 6 】

（５）可動側部 1 1 7 の縮小初期行程（図 2 2，図 2 3 参照）

次に、伸長行程と逆の行程である縮小行程について説明する。基本的には、上述した伸長行程と同じである。

上述した（４）の行程から脚部 9（インナースリーブ 1 1 5）を縮小する場合、コントローラ 1 3 はモータ駆動制御装置 1 3 5 に対して伸縮駆動モータ 1 1 を正方向に回転させるように指示を出す。この指示により、ウォーム 1 1 6 は逆方向に回転駆動して軸 P 方向の推力が発生し、可動側部 1 1 7 は S 方向に、またアウトースリーブ 1 1 2 は L 方向に移動する。

#### 【 0 1 6 7 】

アウトースリーブ 1 1 2 は、マウント 1 1 1 の段部 1 1 1 z に当接するまで移動し、このアウトースリーブ 1 1 2 の移動により、フランジ部 1 1 2 z が第 2 検出スイッチ 1 2 3 s 2 を ON 状態にする。

#### 【 0 1 6 8 】

コントローラ 13 は、この第 2 検出スイッチ 123 s 2 の ON 信号を検出すると、エンコーダギア 178 の回転で発生するパルス信号をカウントし始める。

そして、このまま伸縮駆動モータ 11 が回転を継続すれば、可動側部 117 はさらに S 方向に移動縮小する。

一方、所定のパルス数をカウントした後、伸縮駆動モータ 11 の回転を停止させるようにコントローラ 13 がモータ制御回路 135 に指示を出せば、任意のその位置で可動側部 117 を保持することができる。

#### 【0169】

(6) 可動側部 117 の縮小終端行程 (図 20, 図 21 参照)

次に、可動側部 117 の縮小終端位置について説明する。

上述した (5) の状態からさらに伸縮駆動モータ 11 が継続して回転すると、可動側部 117 が縮小を続け、最終的にはモータベース 104 がマウント 111 の第 2 ストップ部 111 s 2 に当接して縮小の終端位置となる。この状態を示したのが図 20, 図 21 である。

さらに伸縮駆動モータ 11 が継続して回転すると (1) の行程に戻るようになる。

以上の (1) 乃至 (6) の駆動行程により伸縮駆動が行われる。

#### 【0170】

上述した構成は、伸縮駆動モータ 11 の回転を、回転伝達手段である減速機構 174 と運動変換手段であるウォーム 116 及びヘリカルラック 118 を介して脚部 9 であるインナースリーブ 115 に伝達するものであるが、これらの回転伝達手段や運動変換手段は上述した構成に限定されるものではない。回転伝達手段は減速機能を備えずに回転を伝達するものでもよい。

また、回転伝達手段や運動変換手段を備えずに、伸縮駆動モータ 11 で直接ウォーム 116 を駆動する構成にしてもよい。

#### 【0171】

(F) その他の実施例

上述した実施例においては、回転駆動機構 153, 伸縮駆動機構 154 等における回転や力の伝達に歯車を用いた例を示したが、これに限定されるものではない。

く、例えば、プーリとベルトの組み合わせによってこれを行う構成にしてもよい。

また、スラストホイール 101 の内面に内歯車 101 y を形成しているが、軸 P と同心の外歯車をスラストホイール 101 の内部に形成してこれと最終段ギア部 166 x とを嚙合させる構成にしてもよい。

#### 【0172】

また、接地部 6 a, 6 b, 6 c の材質については上述したが、その他の、トップカバー 20 T, ボトムカバー 20 B, ラジアルホイール 102 等の外観部品、モータベース 104, ウォームガイド 113 等の内部部品、ヘリカルラック 118, ドライブギア 164 ~ 166 等の駆動部品やその他の部品は、各部品の形状、加工容易性、機能等から最適な材質を選択して形成することができる。

例えば、アルミニウム等の金属, FRP (繊維強化プラスチック), POM (ポリアセタール) 等の樹脂を用いることができる。

#### 【0173】

また、システム制御基板 125 z, 125 y をボトムカバー 20 B に固定する構造を主に説明したが、このシステム制御基板 125 z, 125 y をトップカバー 20 T 側に固定し、このトップカバー 20 T 側を入出力手段及び制御手段を備えた制御ユニット 202 とし、ボトムカバー 20 B 側を、3つの車輪ユニット 40 とこれを備えた筐体部 201 A とからなる駆動ユニット 201 として制御ユニット 202 側と駆動ユニット 201 とを分離し着脱可能な構造にしてもよい。

この場合、制御ユニット 202 と駆動ユニット 201 との間は、コネクター等の着脱自在の接続手段 204 を介して信号の授受が行えるようにする。

#### 【0174】

この着脱可能な分離ユニット構造によれば、1つの駆動ユニット 201 に、異なる機能を有する種々の制御ユニット 202 を交換して装着することができるので、1つの駆動ユニット 201 で多種の機能を有するロボット 10 A を得ることができる。

従って、駆動ユニット 201 の共有化が図れ、用途に応じた最適の機能を有するロボット 10 A を安価に提供することができる。

## 【0175】

また、制御ユニット202は、必要な機能のみを搭載して部品点数を少なくできるので、ロボット10Aを安価に提供することができる。

さらに、上述した外部センサ14や出力装置15を個別の単一センサユニットや単一出力装置ユニットとして形成し、必要なセンサユニットや出力装置ユニットを適宜選択して組み合わせた制御ユニット202としてもよい。

## 【0176】

このように、各単一ユニット203を円筒形状に形成し、これを重ね合わせ自由にした例を含めて、図30にこの分離ユニット構造にしたロボットの例を示す。

## 【0177】

図30(a)に示すロボットは、制御系センサ14a(CCDカメラ21A, マイク21B, 測距センサ22及びタッチセンサ23), 通信I/F17及びコントローラ13を備えた制御ユニット202Aと、駆動ユニット201とを搭載したロボット10Aである。

図30(b)に示すロボットは、気象系センサ14b(気圧計27, 湿度計28及び温度計29), 通信I/F17及びコントローラ13を備えた制御ユニット202Bと、駆動ユニット201とを搭載したロボット10Aである。

図30(c)に示すロボットは、出力装置15(LED30, モニタ31及びスピーカ33), 通信I/F及びコントローラ13を備えた制御ユニット202Cと、駆動ユニット201とを搭載したロボット10Aである。

図30(d)に示すロボットは、コントローラ13と通信I/F17のみを備えた制御ユニット202Dと、駆動ユニット201とを搭載した、外部からのコントロールによって動作する自律機能の無いロボット10Aである。

図30(e)は、単一ユニットを重ね合わせて組み合わせた例を示している。

入出力装置として、CCDカメラ21Aのみを備えたカメラユニット203A, マイク21Bのみを備えたマイクユニット203B, 測距センサ22のみを備えた測距ユニット203C, 気圧計27のみを備えた気圧ユニット204D, 温度計29のみを備えた温度ユニット204E, スピーカ33のみを備えたスピー



カユニット 203F, モニタ 31のみを備えたモニタユニット 203H, 通信 I/Fのみを備えた通信ユニット 203I 及び制御装置としてコントロールユニット 13を備えたコントロールユニット 203Gとを図示しない接続手段 204により接続して重ね合わせた制御ユニット 202と、駆動ユニットとからなるロボット 10Aである。

#### 【0178】

これらの単一ユニットを重ね合わせる順番や選択、組み合わせは自由に行えることは言うまでもない。

図 30 (f) は、各単一ユニットを接続手段 204を介して組み合わせる構成のロボット 10Aを模式的に示している。

#### 【0179】

以上説明した実施例によれば、以下のように種々の効果を得る。

(ア) ロボットの構造が簡単なので部品点数が少なく、特に各車輪ユニットは共用化でき、使用するセンサも汎用品が使用できるので低価格化が可能であり、小型軽量に構成することができるので家庭用途に最適である。

#### 【0180】

(イ) 通常の動作において転倒することがないので、制御系アルゴリズムが簡単になり、特殊なコンピュータを搭載する必要がない。

また、制御プログラムの容量も抑制されるので、メモリ容量も膨大ではなく高価になることがない。

#### 【0181】

(ウ) 偶発的に障害物に当たったり、何らかの外乱が加わった時でもロボットが転倒する可能性が極めて少ないので、人にけがを負わせたり周辺の器物を破損してしまう危険性がほとんどなく極めて安全である。

#### 【0182】

(エ) 本体を球形にしても、傾斜した床の上での姿勢の維持や移動が容易に可能であり、車輪ユニットを停止して維持させることで傾斜方向に転がることを防ぐことができる。

従って、意図せずに転がって壁に激突して破損したり、駆動機構が強制的に駆

動されて破損することがない。

【0183】

(オ) 床面と接触するのは、車輪ユニットの接地部の特定の部位なので、長時間使用しても本体の外表面が汚れたり傷がついたりすることがなく、品位を長期間維持することができる。

従って、外面の汚れや傷でセンサが誤動作したり、情報の入出力に支障が発生することがない。

【0184】

(カ) 各回転軸を一点で交わるように構成し、その点を通る床面に垂直な線上に重心を設定することにより、接地部と床面との接触が各車輪ユニットで同じ状態になるため、より安定した接触状態を維持することができ、駆動力の床面への伝達も均一となってより安定した移動が可能になる。

【0185】

(キ) 前後左右方向への直進移動、蛇行移動及びその場に静止しての自転が自由にできる。そして、これらの移動と自転とを組み合わせた複雑な動きをすることが可能なので高度なパフォーマンス性を発揮できる。

【0186】

(ク) 外部情報を検出する外部センサと外部に情報を出力する出力装置とを搭載することにより、擬似的な感情表現を行うことが可能であり、ユーザーとのコミュニケーションを円滑に行うことができる。

【0187】

(ケ) 通信手段である通信 I / F を備えることにより、遠隔地にいる人間と本発明の移動ロボットとの間で情報の双方向通信を行うことが可能であり、人間同士のコミュニケーションを円滑に図ることが可能になる。

【0188】

(コ) ロボットを移動させるためのアクチュエータとなる第 1 のモータ（回転駆動モータ）とその機構部、及び、脚部を伸縮駆動させるためのアクチュエータとなる第 2 のモータ（伸縮駆動モータ）とその機構部を、回転する車輪部の内部配置する構成にしているので、本体ユニットの内部空間を有効利用することが可

能になり、本体ユニット内にバッテリーやセンサ、及びシステム全体の制御装置を配置することができる。

【0189】

(サ) 車輪部の内部を略密閉化構造としているので、外部からのゴミなどの異物が入り込むのを防止して円滑な駆動状態を長期間維持することができる。

【0190】

(シ) 車輪部に設けた窓部に、内部のLEDによる点灯、点滅等を外部から視認可能とする表示機能を付与したので、擬似的な感情表現を行うことが可能である。また、ロボットが次に行う行動を発光状態によってユーザーに知らせることができる。従って、ユーザーとのコミュニケーションをより円滑に行うことができるとともに高度なエンタテインメント性を発揮することができる。

【0191】

(ス) 脚部が縮小した終端位置と伸長した終端位置とにおいて、車輪部はバネによって付勢されて所定の位置に位置決め保持されているため、ロボットの姿勢がより安定して円滑な走行が可能になる。また、車輪部にガタが発生しないのでロボットとしての品位が高まり、さらにユーザーが車輪部に外力を加えてもその外力の解除とともに所定の位置に復帰するので、動作の不具合を防止することができる。

【0192】

(セ) 伸縮する脚部の軸方向と伸縮駆動動作で発生する推力の方向とを一致させているので、伸縮方向以外の偏倚力が発生せず、伸縮動作は滑らかに行うことができる。

【0193】

(ソ) 車輪部を位置決め保持するためのバネをサスペンションとしても作用させる構成にしたので、このロボットが移動する時に床面の凹凸によって発生する振動や衝撃が本体ユニット側に直接伝わりにくく、本体ユニット内部の制御装置を長期間維持することができる。さらに、バネと並列にダンパーを備えることで、凹凸面走行で発生する振動を速やかに減衰することができるので、本体ユニット内部の制御装置はより安定状態に維持され、高速走行が可能になる。

## 【0194】

(タ) 重量が大きいバッテリーを本体ユニット内部の中央部分に配置しているので、ロボットの重心が概ね本体ユニットの中央部に位置し、種々の動作がバランスよく円滑に行うことができる。

このように、移動ロボットとして複雑で高度な動作が行えるので、人間に役に立つ家庭内パーソナルロボットとして、また、人間に、楽しみ、喜び及び夢を与えるエンタテインメントロボットとして最適である。

## 【0195】

## 【発明の効果】

以上詳述したように、本願発明によれば以下の効果を得る。

本体ユニットは、接地部が平面に接触したときに回転軸の平面への投影線が互いに略等角度を成すと共にすべての回転軸が同一平面上に含まれない位置に車輪ユニットを備え、車輪ユニットは、モータベースと、このモータベースに装着した第1のモータと、1のモータの回転を伝達する回転伝達手段と、接地部を設けた外殻を有してモータベースに対して回転軸回りに回転可能としたケースとを備え、第1のモータとケースとを回転伝達手段を介して連結する構成にしたので、構造が極めて簡単で部品点数も少なく低価格化が可能である。一方、極めて転倒し難いので、障害物に当たったり外乱により転倒して人にけがを負わせたり周辺の器物を破損することがなく、傾斜した床でも姿勢維持が容易で転がり難く極めて安全である。また、長期間使用しても外面が汚れたり傷がつくことがない。

## 【0196】

また、回転伝達手段は第1のモータの回転により回転する歯車を備え、外殻の内面に内歯車を形成し、この歯車と内歯車とを噛合して第1のモータとケースとを連結したので、強いトルクでケースを回転でき、被移動面が傾斜していても安定した移動を行うことができる。

## 【0197】

また、車輪ユニットを、モータベースとケースとを含んでなる車輪部と、車輪部と本体ユニットとを連結し回転軸方向に伸縮可能な脚部とから成る構成にしたので、障害物、穴又は窪み等があっても進路変更せずに移動することが可能であ

り、動力源を安価にできるので低価格化が可能である。

#### 【0198】

また、車輪ユニットは、モータベースに装着した第2のモータと、第2のモータの回転を伝達する回転伝達手段と、回転運動を直線運動に変換する運動変換手段とを備え、第2のモータと脚部とを回転伝達手段と運動変換手段とを介して連結する構成にした構成にしたので、簡単な構成で車輪部を回転軸方向に移動でき、移動面に凹凸があっても、これをまたぐことができるので進路を変えることなく移動することができる。

#### 【0199】

また、本体ユニットに、外部の情報を検出する外部センサと、外部に情報を出力する出力装置と、前記外部センサが検出した情報に対応して所定の処理を実行させるプログラムを格納したメモリ部と、外部センサが検出した情報とプログラムの内容とに基づいて次に行う動作を決定し動作の実行を出力装置または第1のモータに対して指示する制御部とを備えたので、特殊なコンピュータを用いることなく、複雑な動作が実行可能で高度なエンタテインメント性を有する。

#### 【0200】

また、駆動ユニットとサブユニットとで構成し、駆動ユニットは、筐体部と、被移動面に接触する接地部と回転軸と接地部を回転軸回りに回転させる駆動手段とを有する3つの車輪ユニットとから成り、筐体部は、被移動面が平面の場合に回転軸の被移動面への投影線が互いに略等角度を成すと共に、すべての回転軸が同一平面に含まれない位置に前記車輪ユニットを備え、サブユニットは、外部の情報を検出する外部センサと、外部に情報を出力する出力装置と、外部と情報の授受を行う通信手段と、駆動ユニットの動作を制御する制御部との内の少なくとも1つを備え、駆動ユニットとサブユニットとを着脱可能に一体化してなる構成にしたので、1つの駆動ユニットに、異なる機能を有する種々のサブユニットを交換して装着することができ、多種の機能を有する移動ロボットを得ることができる。従って、駆動ユニットの共有化が図れ、用途に応じた最適の機能を有するロボットを安価に得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例を示す平面図である。

## 【図 2】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例を示す正面図である。

## 【図 3】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例を示す右側面図である。

## 【図 4】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例における動作モードを説明する平面図である。

## 【図 5】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例における自転と移動について説明する平面図である。

## 【図 6】

本発明の移動ロボットの第 1 実施例における車輪の回転制御を説明する図である。

## 【図 7】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例を示す平面図である。

## 【図 8】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例を示す正面図である。

## 【図 9】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例を示す右側面図である。

## 【図 10】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例の制御システムの構成図である。

## 【図 11】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例の制御システムのブロック図である。

## 【図 12】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における外観図である。

## 【図 13】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における断面図である。

## 【図 14】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例におけるボトムカバーの平面図である。

## 【図 15】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例におけるボトムカバーの正面図である。

## 【図 16】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例におけるボトムカバーの右側面図である。

## 【図 17】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例におけるボトムカバーの背面図である。

## 【図 18】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 1 の状態を説明する断面図である。

## 【図 19】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 1 の状態を説明する側面図である。

## 【図 20】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 2 の状態を説明する断面図である。

## 【図 21】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 2 の状態を説明する側面図である。

## 【図 22】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 3 の状態を説明する断面図である。

## 【図 23】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 3 の状態を説明する側面図である。

## 【図 24】

本発明の移動ロボットの第 2 実施例における車輪ユニットの第 4 の状態を説明する断面図である。

**【図25】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの第4の状態を説明する側面図である。

**【図26】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの平面図である。

**【図27】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットの他の断面図である。

**【図28】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における回転駆動機構を説明する部分断面図である。

**【図29】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における伸縮駆動機構を説明する部分断面図である。

**【図30】**

本発明の移動ロボットのその他の実施例を説明する正面図である。

**【図31】**

本発明の移動ロボットの第2実施例における車輪ユニットを説明する断面図である。

**【符号の説明】**

- 1, 10, 10A 移動ロボット (ロボット)
- 2, 20 本体ユニット
- 3a～3c 回転軸
- 4a～4c, 40 (40a～40c) 車輪ユニット
- 5a～5c 開口部
- 6a～6c 樹脂リング (接地部)
- 6aA～6cC 接地点
- 8 床面 (被移動面)
- 9 (9a～9c) 脚部



10 a ~ 10 c 回転駆動モータ (第1のモータ)

10 x, 10 y 電源端子

10 z 第1ドライブギア

11 a ~ 11 c 伸縮駆動モータ (第2のモータ)

11 z 第1ストレッチギア

12 a ~ 12 c エンコーダ

13 コントローラ (制御部)

13 a メモリ部

14 外部センサ

14 a 制御系センサ (第1系統)

14 b 健康管理系センサ (第2系統)

14 c 気象系センサ (第3系統)

15 出力装置

16 記録再生装置 (HDD)

17 通信 I/F (通信手段)

18 バッテリ

19 バッテリセンサ

20 B ボトムカバー

20 T トップカバー

21 A CCDカメラ

21 B マイク

22 測距センサ

23 タッチセンサ

24 血圧計

25 心拍計

26 体温計

27 気圧計

28 湿度計

29 温度計

30a～30c LED (発光手段)

31 モニタ

31A (口や目の) 模式的形態

33 スピーカ

50 アクチュエータ

100a～100c, 200 (200a～200c) 車輪部

100c 第1の車輪部

101 (101a～101c) スラストホイール (殻状部)

101y 内歯車部 (駆動歯車)

101z ボス部

102 (102a～102c) ラジアルホイール (環状部)

102w 開口部

103 (103a～103c) ホイールカバー (板状部)

104 モータベース

104u 長孔

104v 孔

104w 丸孔

104x フランジ

104y カバー部

104z 軸受ホルダ部

104z1 貫通孔

105, 106 軸受

109 (109a～109c) 窓部

111 (111a～111c) マウント

111s1, 111s2 第1, 第2ストッパ部

111v 凹部

111x 外周面

111y フランジ

111z 段部

112 アウタースリーブ  
112 f フランジ  
112 u 内部  
112 v 凹部  
112 z ガイド穴  
113 ウォームガイド  
113 p 開口部  
113 x 孔  
113 y フック  
113 z フランジ  
114 固定側部  
115 インナースリーブ  
115 z 内部  
116 ウォーム  
116 d フランジ  
116 x ガイド孔  
116 y 平歯車部  
116 z ウォーム歯車部  
117 可動側部  
118 ヘリカルラック  
118 z ラック歯車部  
121 引張バネ  
123 s 1, 123 s 2 第1, 第2検出スイッチ  
125 z, 125 y システム制御基板  
124, 126, 128, 134, 136, 144, 151, 152, 155,  
160, 181 ネジ  
127 フレーム  
129 バッテリーホルダ  
130 a ~ 130 c 平面部

- 1 3 1 ( 1 3 1 a ~ 1 3 1 c ) 開口部
- 1 3 2 ( 開口部の ) 内面
- 1 3 3 ボス
- 1 3 5 モータ駆動制御装置
- 1 3 7 M D A ( モータドライブアンプ )
- 1 3 8 第 1 の嵌合部
- 1 3 9 第 2 の嵌合部
- 1 4 1 嵌合孔
- 1 4 2 ネジ孔
- 1 4 3 スイッチブラケット
- 1 4 5 スライドブラケット
- 1 4 5 a 傾斜壁
- 1 4 5 b 平行壁
- 1 4 5 c 底壁
- 1 4 5 x フランジ部
- 1 4 5 y ガイドピン
- 1 4 6 引張りバネ
- 1 4 7 スリーブキャップ
- 1 4 7 z 凸部
- 1 4 8 L E D ブラケット
- 1 4 9 シャフト
- 1 5 3 回転駆動機構
- 1 5 4 伸縮駆動機構
- 1 5 6 リミッタシャフト
- 1 5 7 スラストブラケット
- 1 5 7 h 孔
- 1 5 7 h 1 段部
- 1 5 8 スラストシャフト
- 1 5 9 圧縮バネ

161～163 第1～第3ドライブシャフト  
164～166 第2～第4ドライブギア  
166x 最終段ギア部  
167, 174 減速機構  
168～170 第1～第3ストレッチシャフト  
171～173 第2～第4ストレッチギア  
173z 最終段ギア部  
175 リレイシャフト  
176, 177 第1, 第2リレイギア  
178 エンコーダギア  
179 一体化構造体  
180 センサ  
201 駆動ユニット  
201A 筐体部  
202 (202A～202D) 制御ユニット  
203 単一ユニット (サブユニット)  
203A カメラユニット  
203B マイクユニット  
203C 測距ユニット  
203D 気圧ユニット  
203E 温度ユニット  
203F スピーカユニット  
203G コントロールユニット  
203H モニタユニット  
203I 通信ユニット  
204 接続手段 (コネクタ)  
C, D, E, F, L, S 方向  
EQ 赤道部  
Ma～Mc (直径の) 比

N 回転数

O (本体ユニットの筐体の) 中心

P (回転) 軸

S 1 外部センサ信号

S 2 バッテリ検出結果信号

S T 南極部

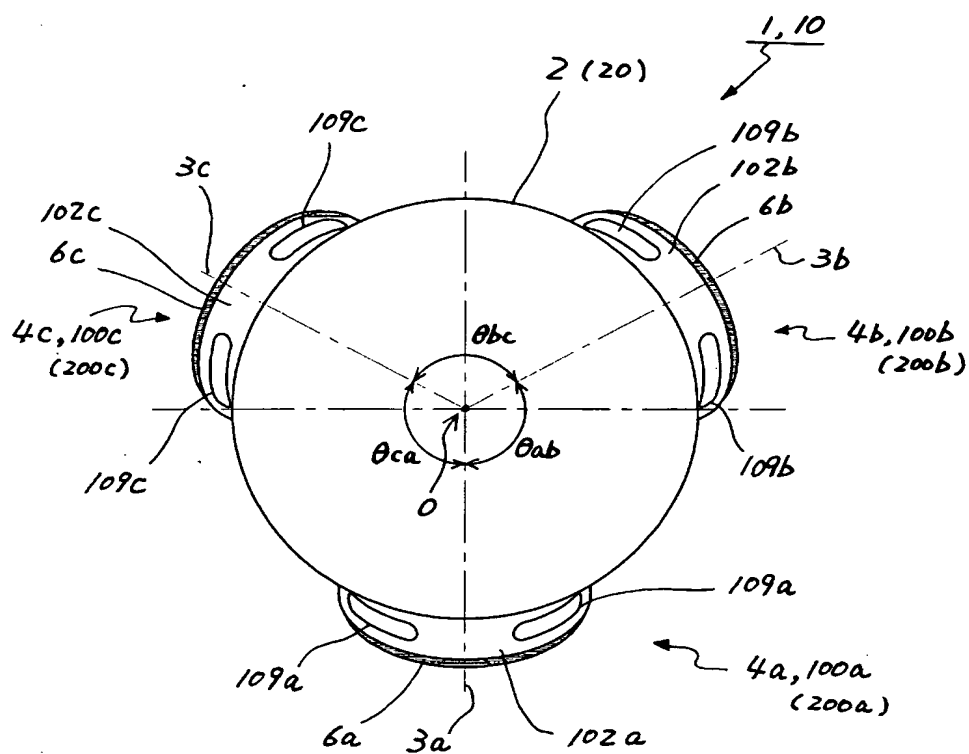
$\Delta t$  位相差

$\theta$  ( $\theta a b$ ,  $\theta b c$ ,  $\theta c a$ ),  $\beta$  角度

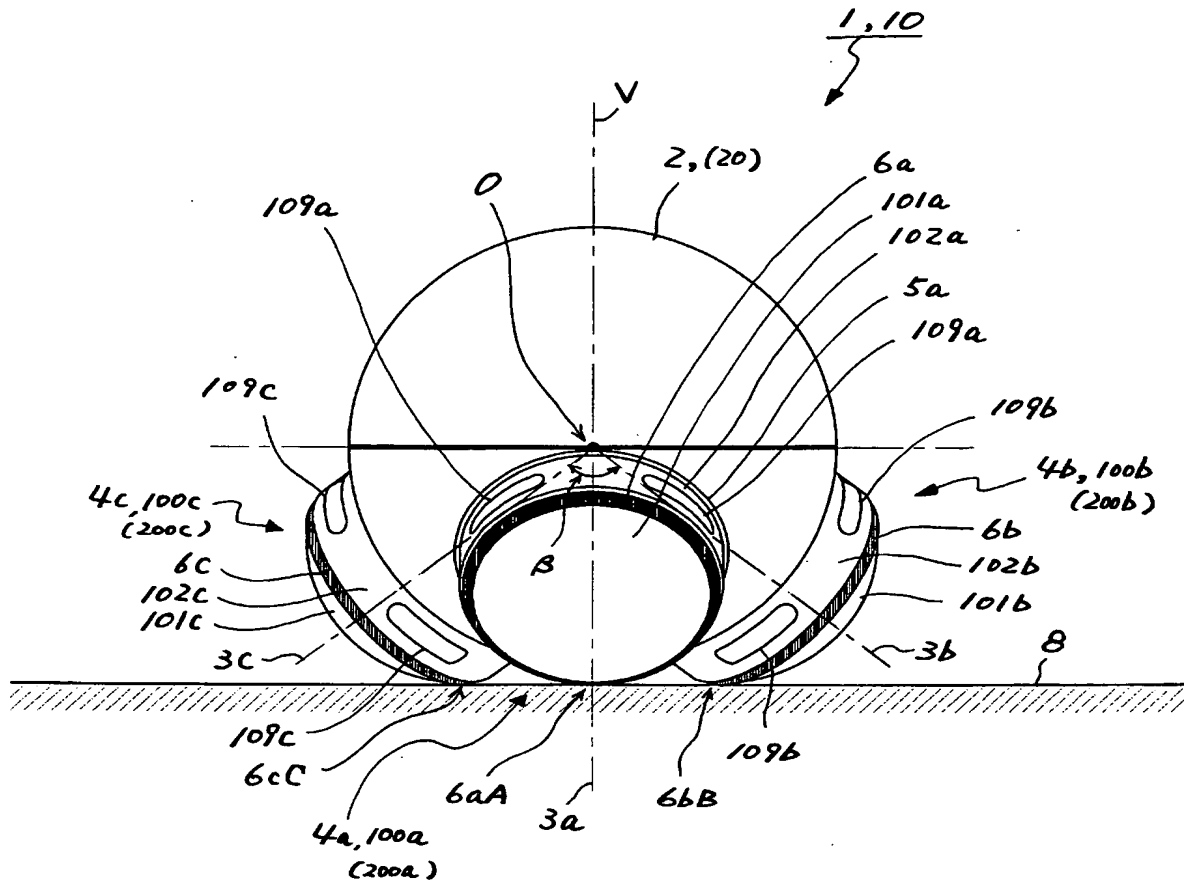
【書類名】

図面

【図 1】

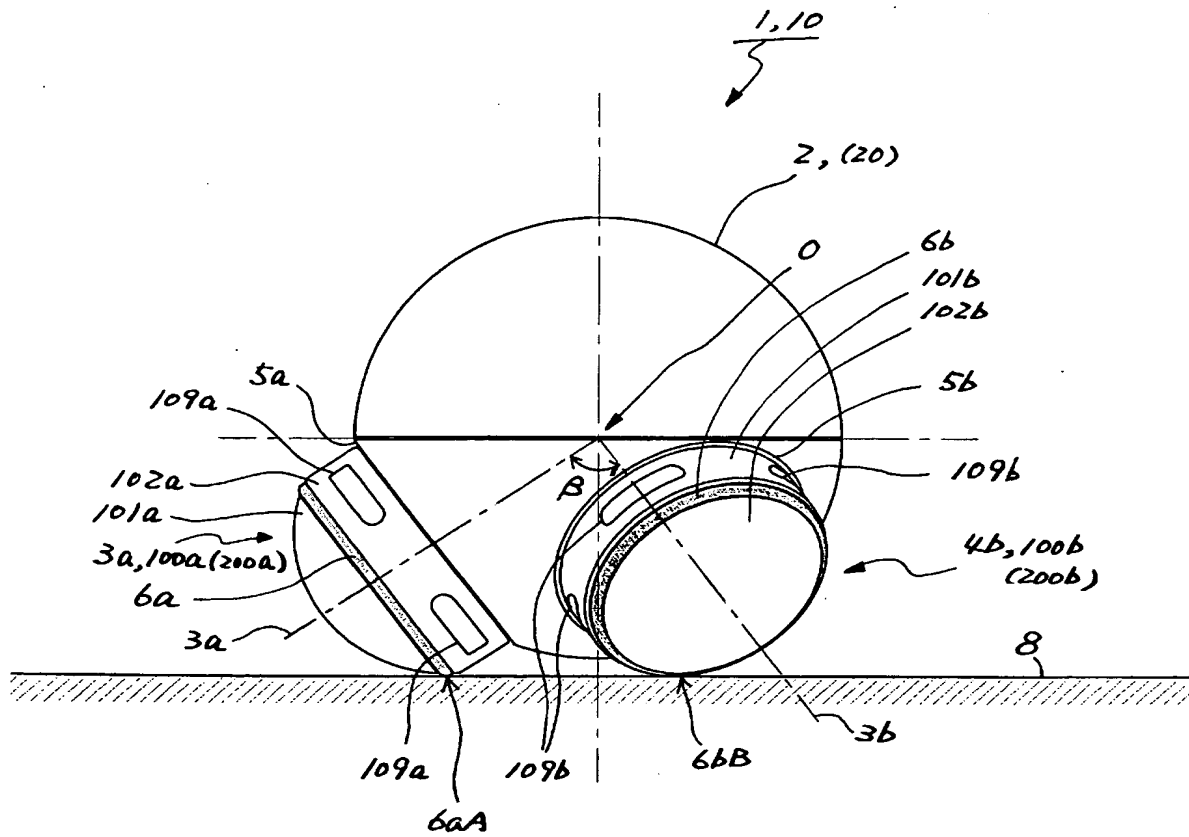


【図 2】





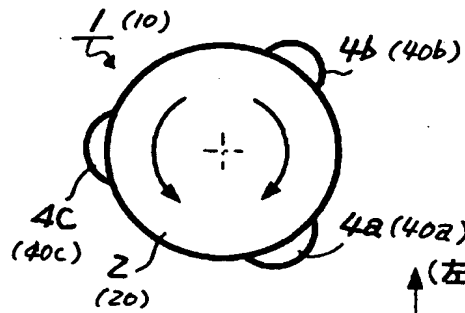
【図 3】



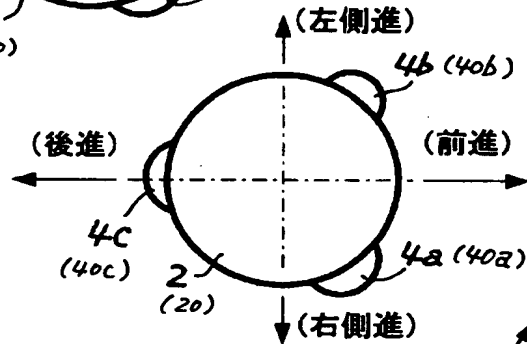
【図4】

動作モード

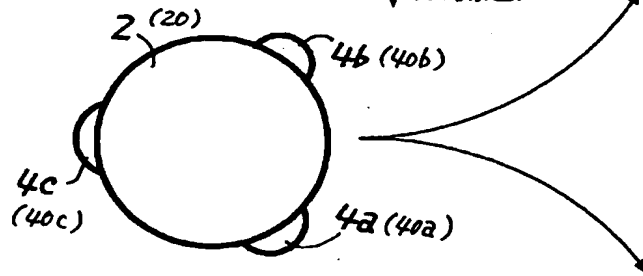
(1) 静止状態での  
回転(自転)



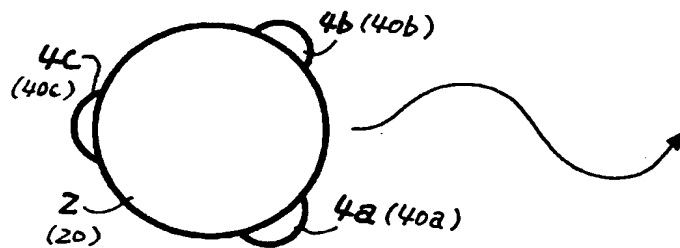
(2) 直進移動  
(前進, 後進及び側進)



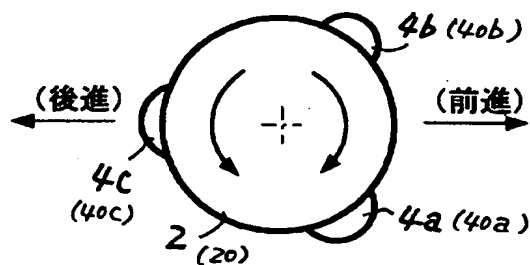
(3) 曲線移動



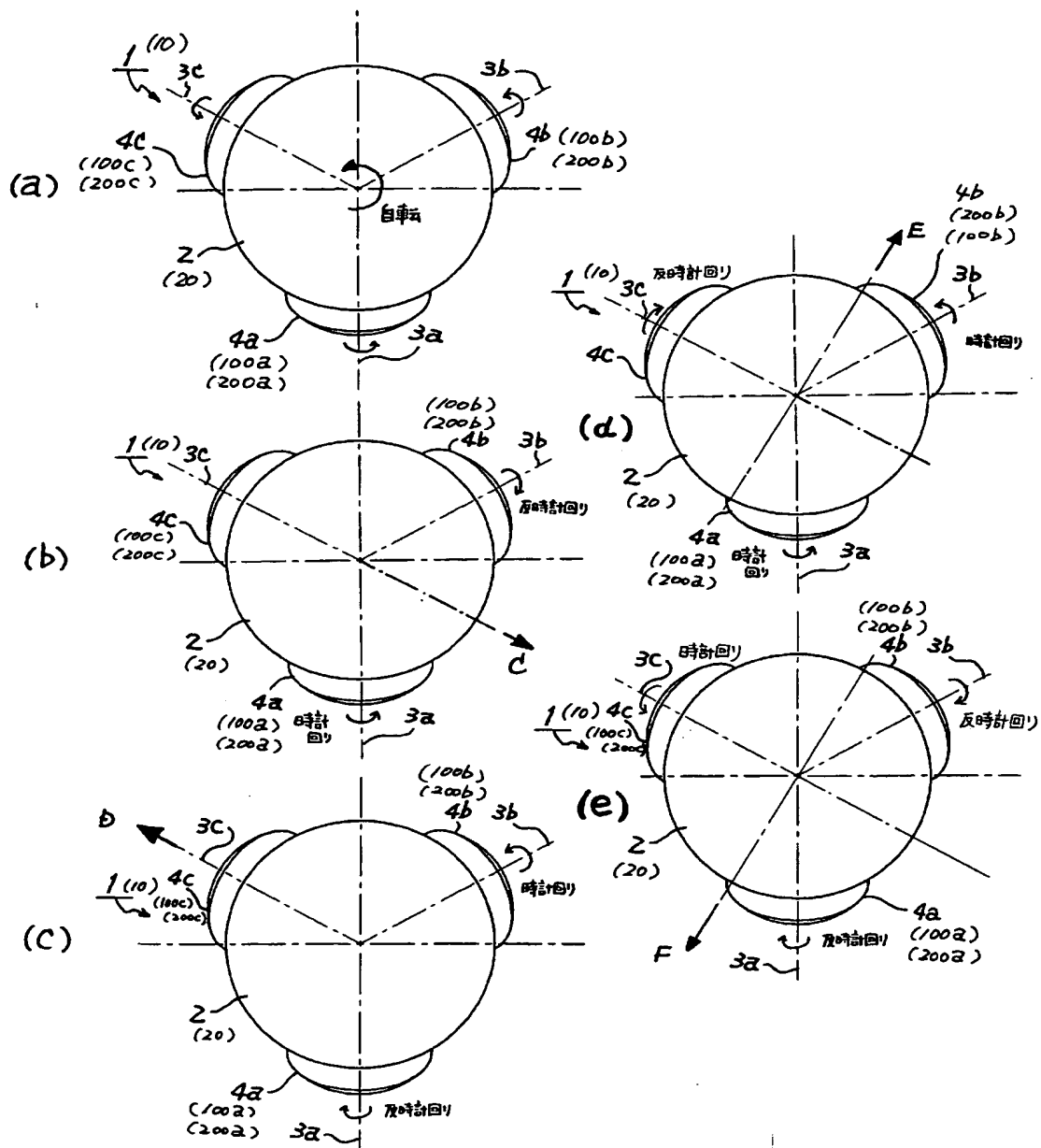
(4) 蛇行移動



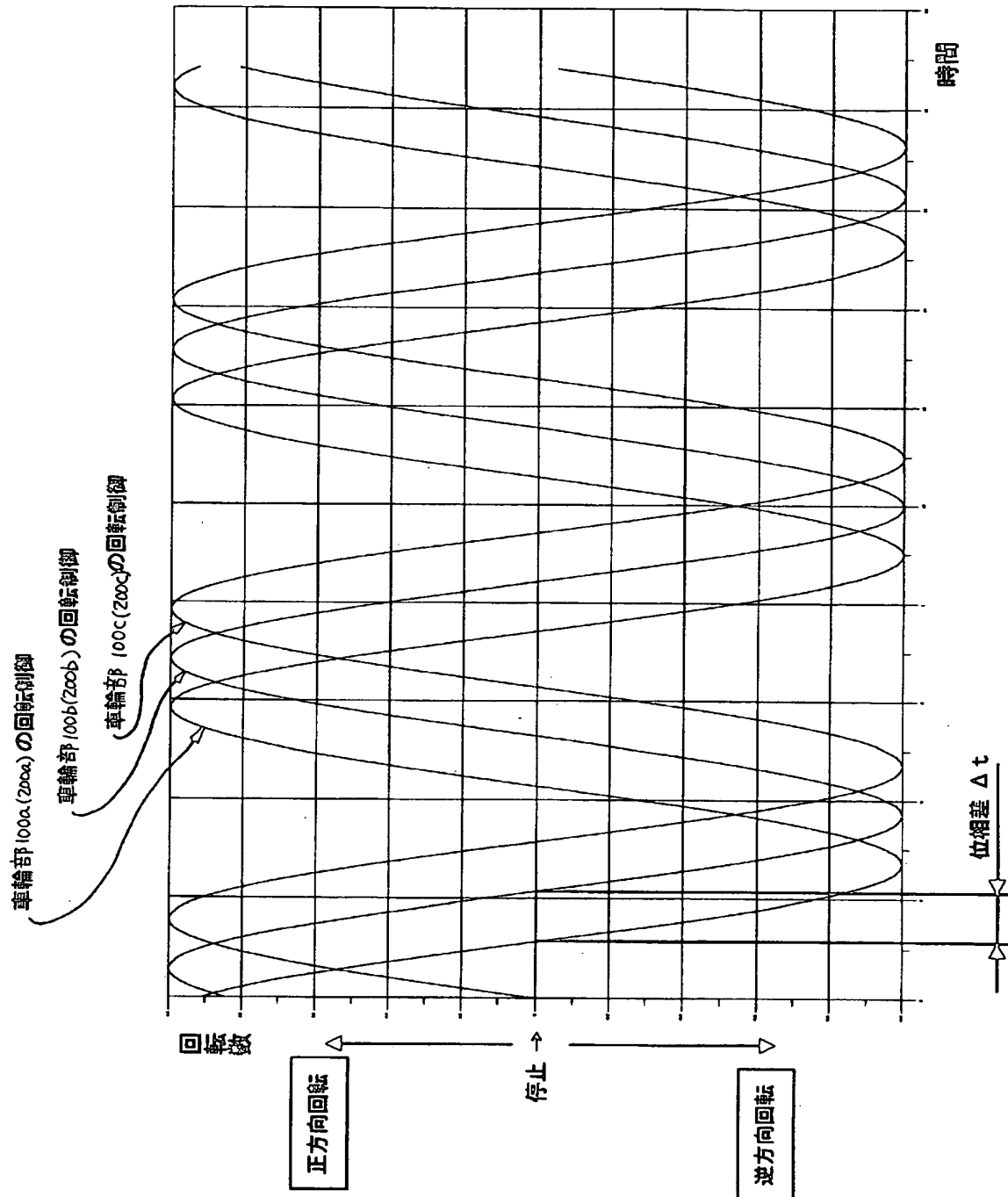
(5) 自転しながらの  
直進移動及び曲線移動



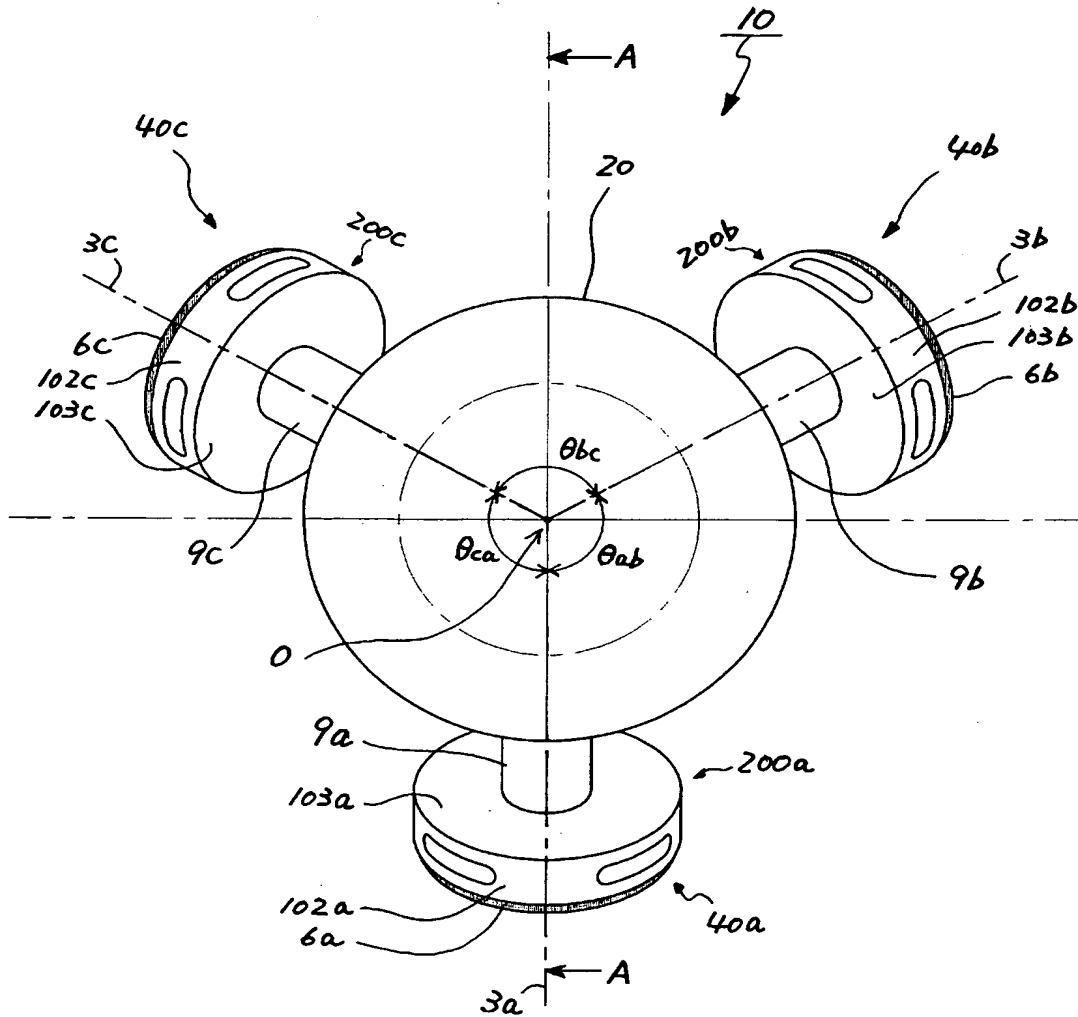
【図 5】



【図 6】



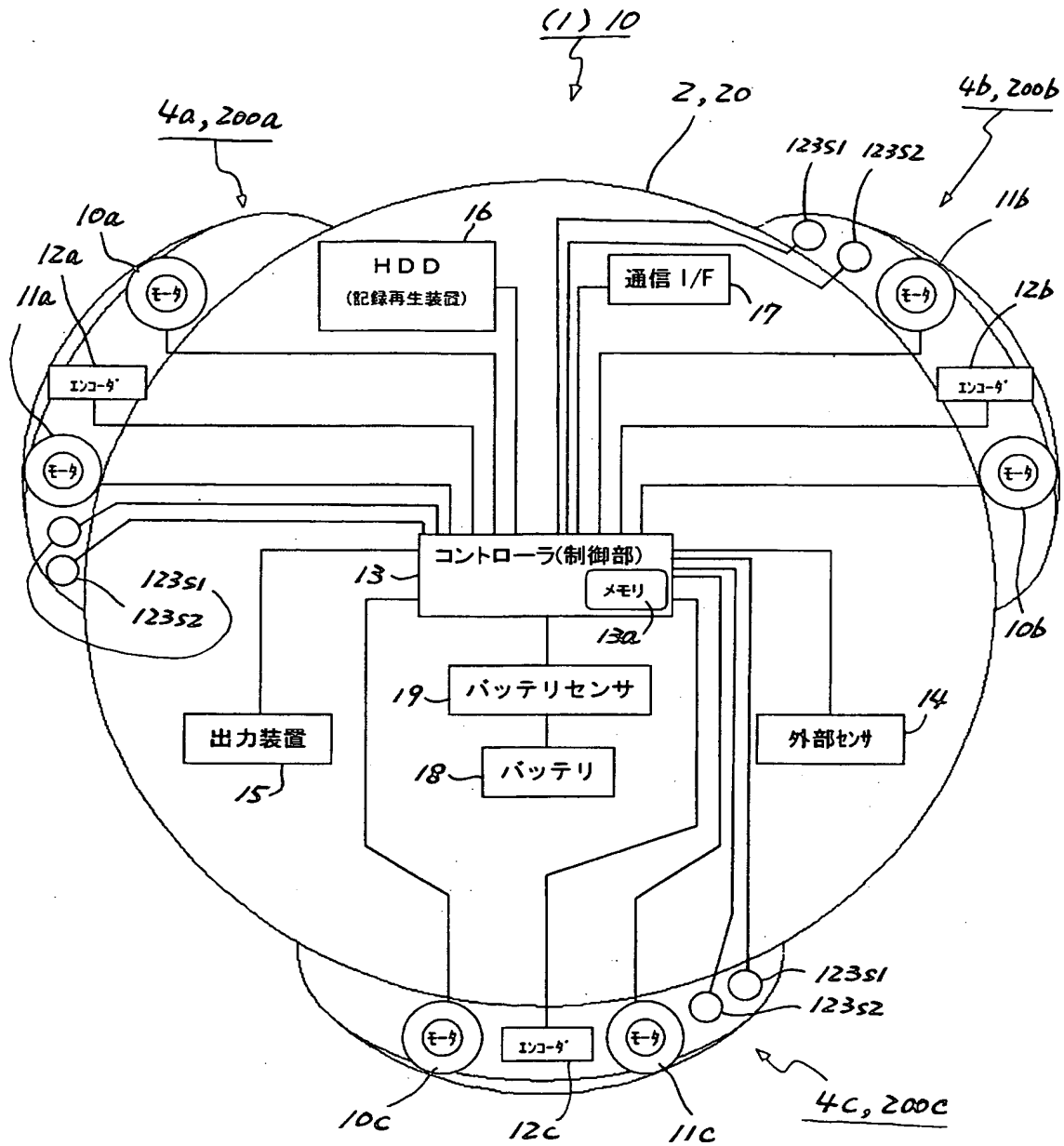
【図 7】





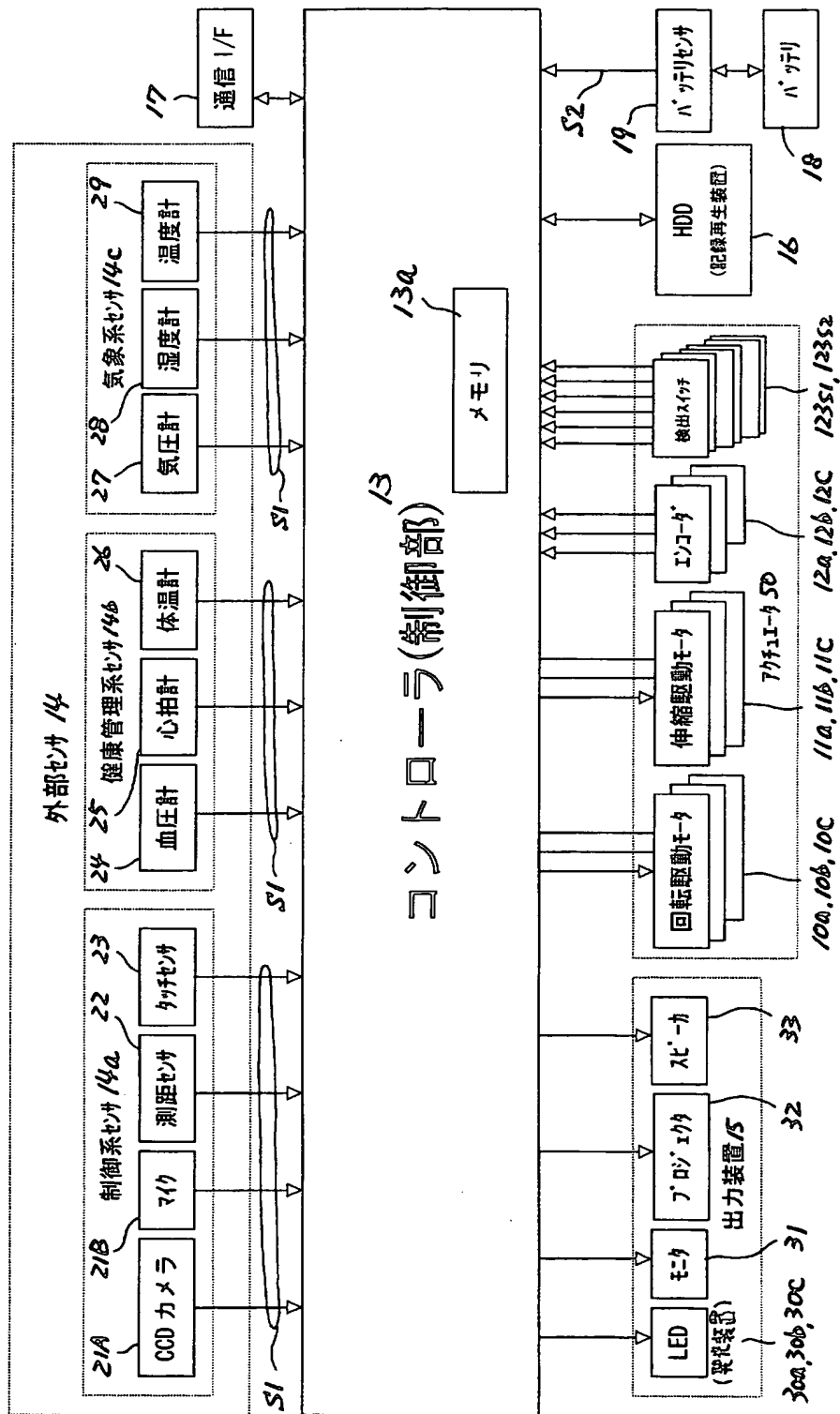


【図10】

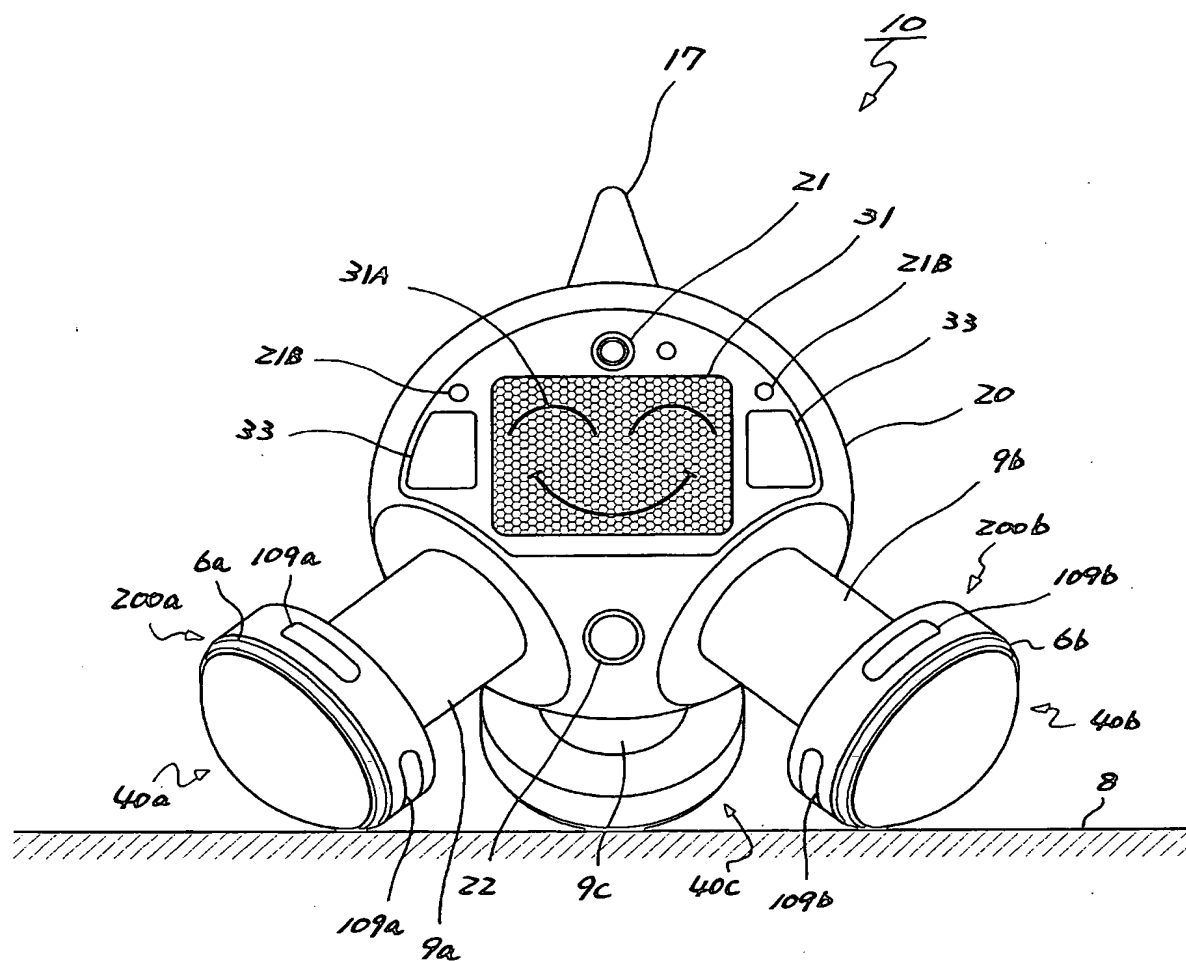




【図 11】

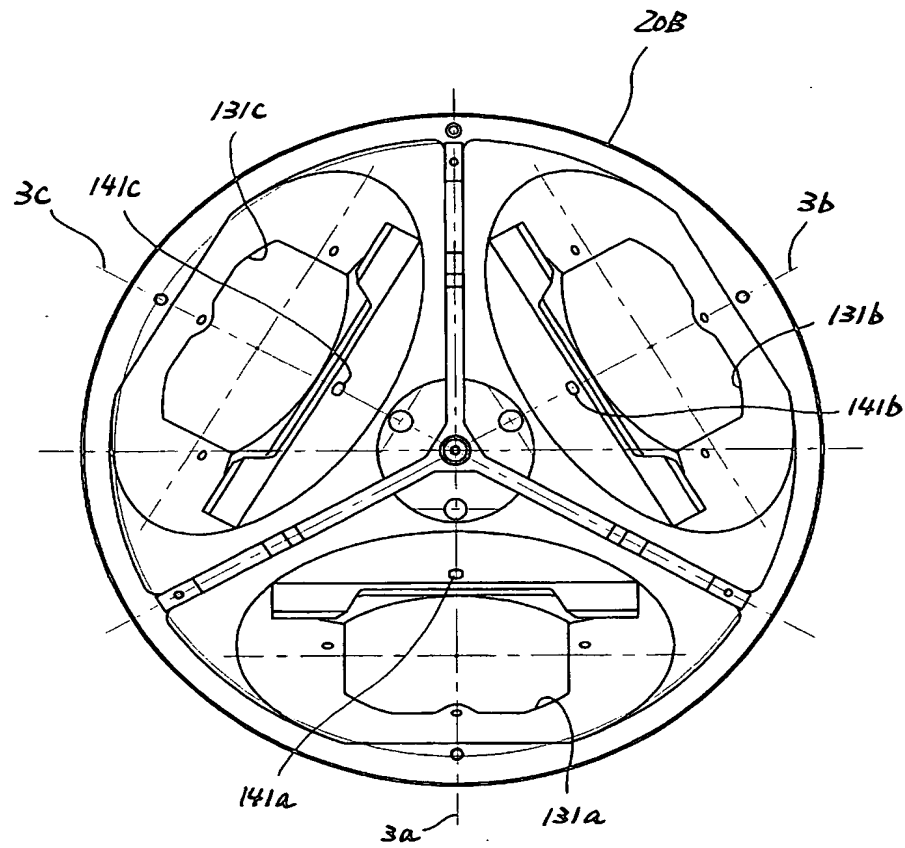


【図 12】

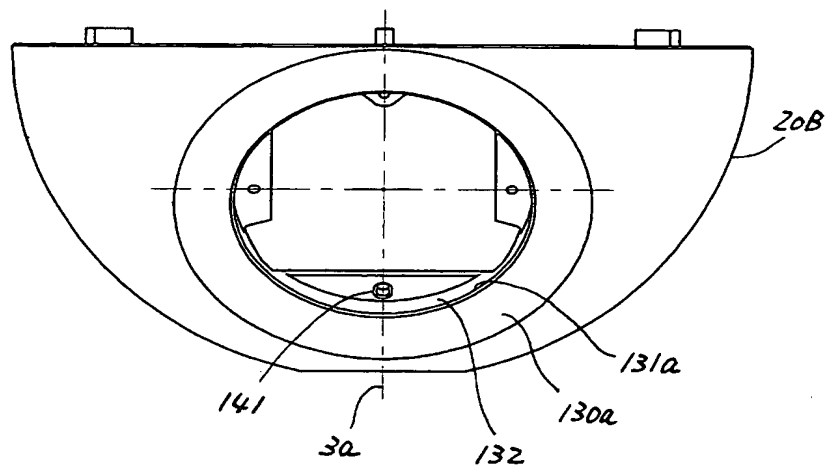




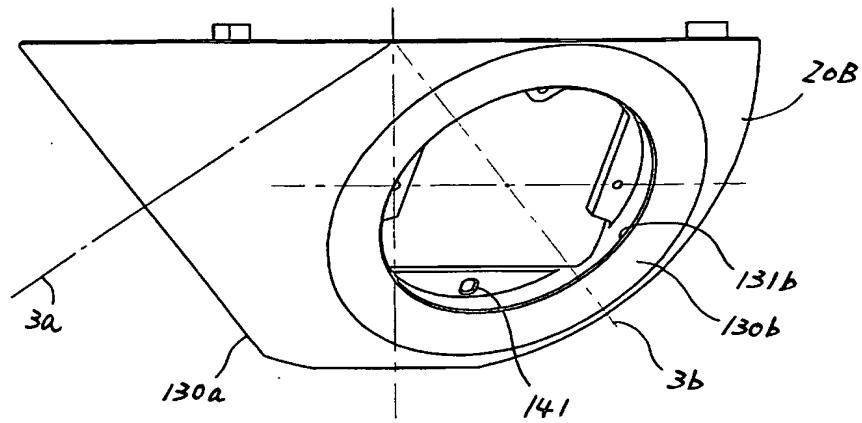
【図 14】



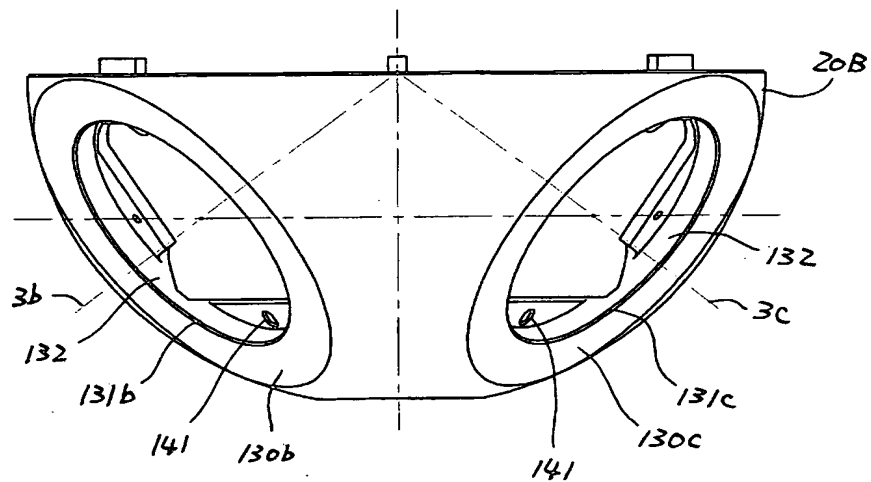
【図 15】



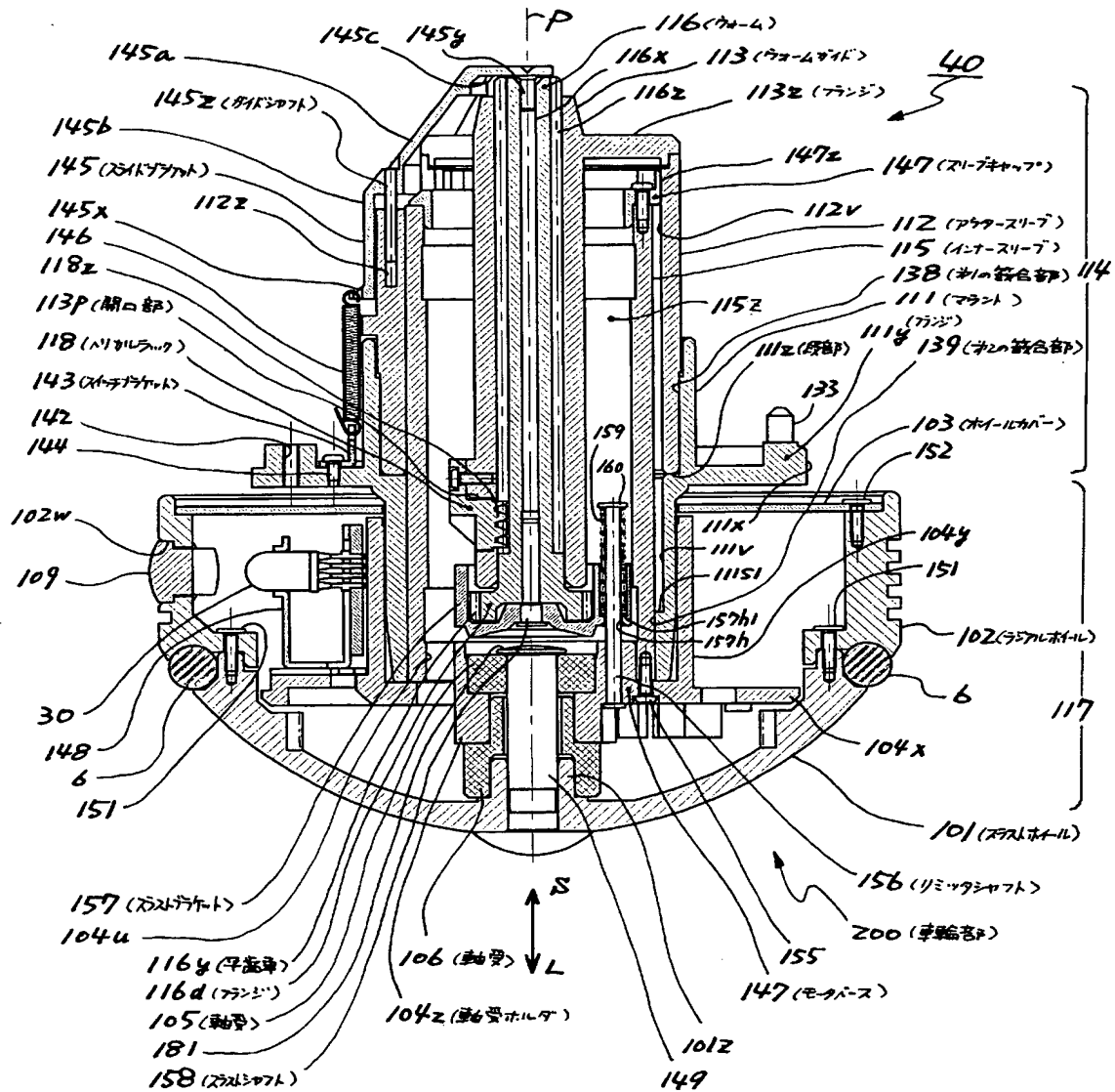
【図 16】



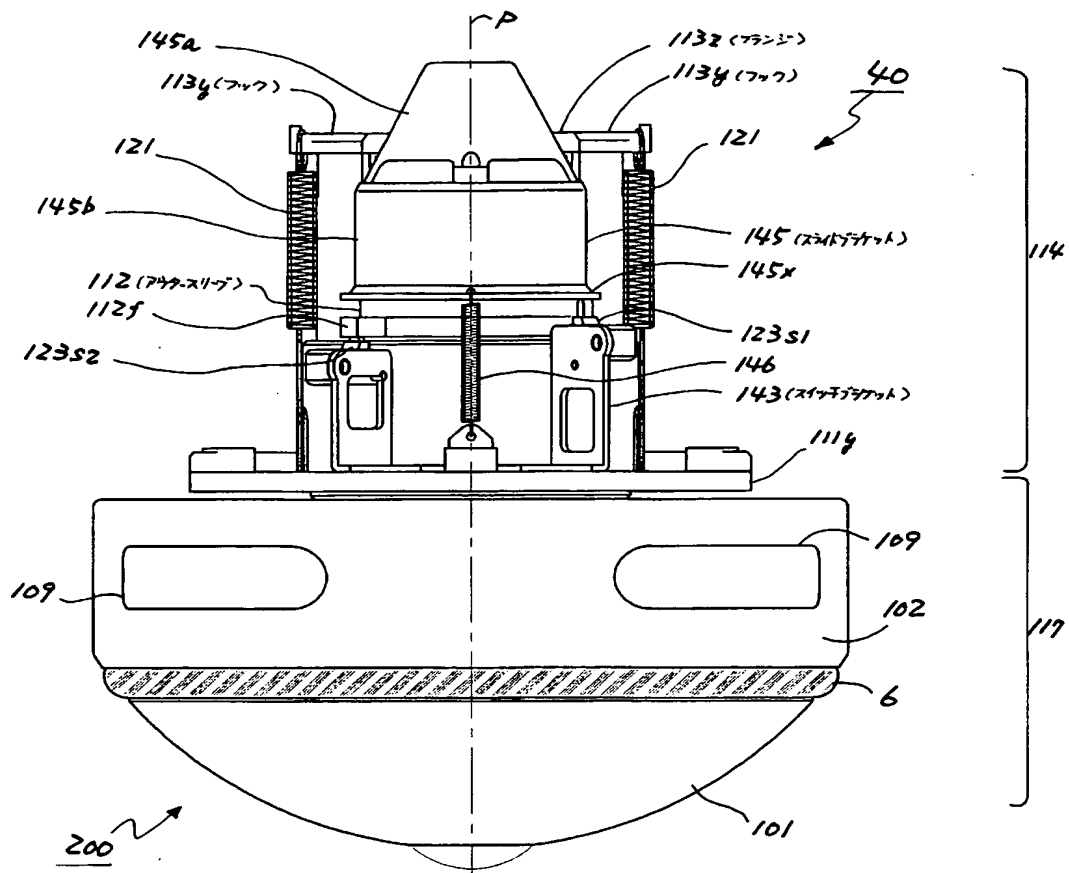
【図 17】



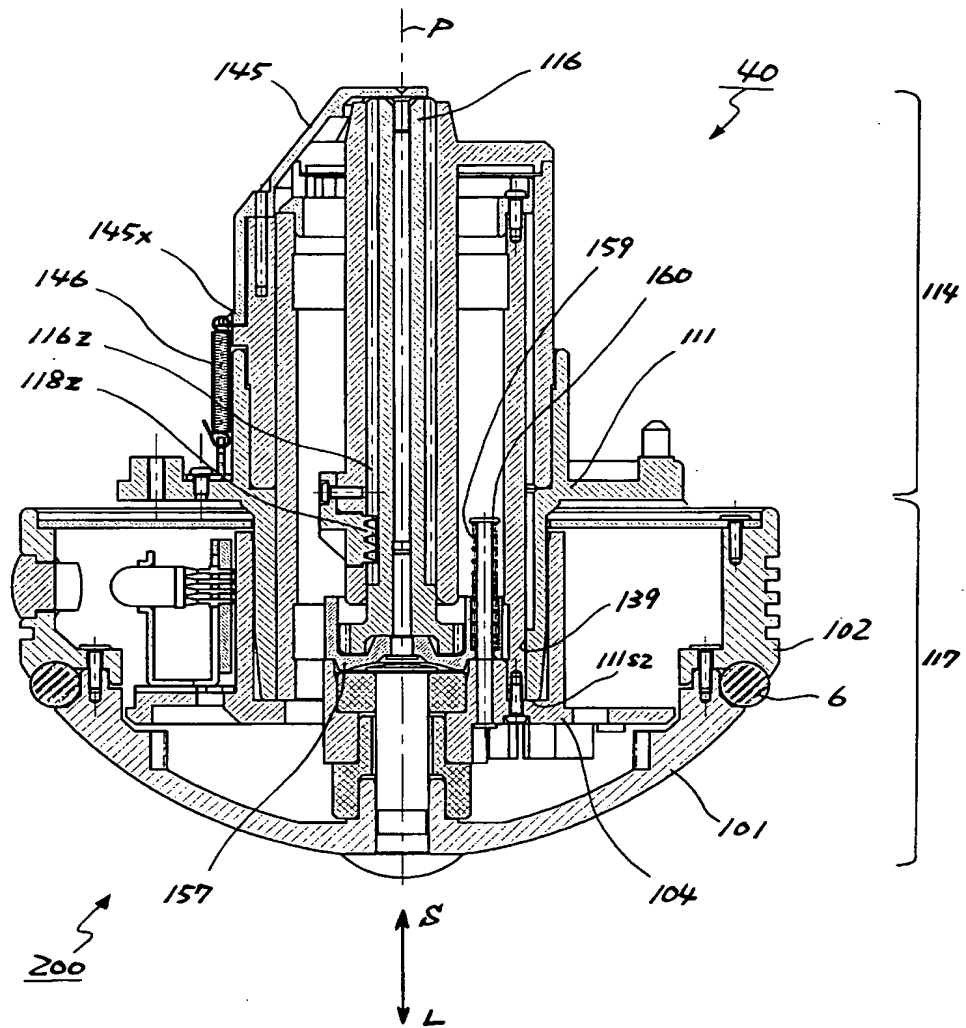
【図18】



【図19】

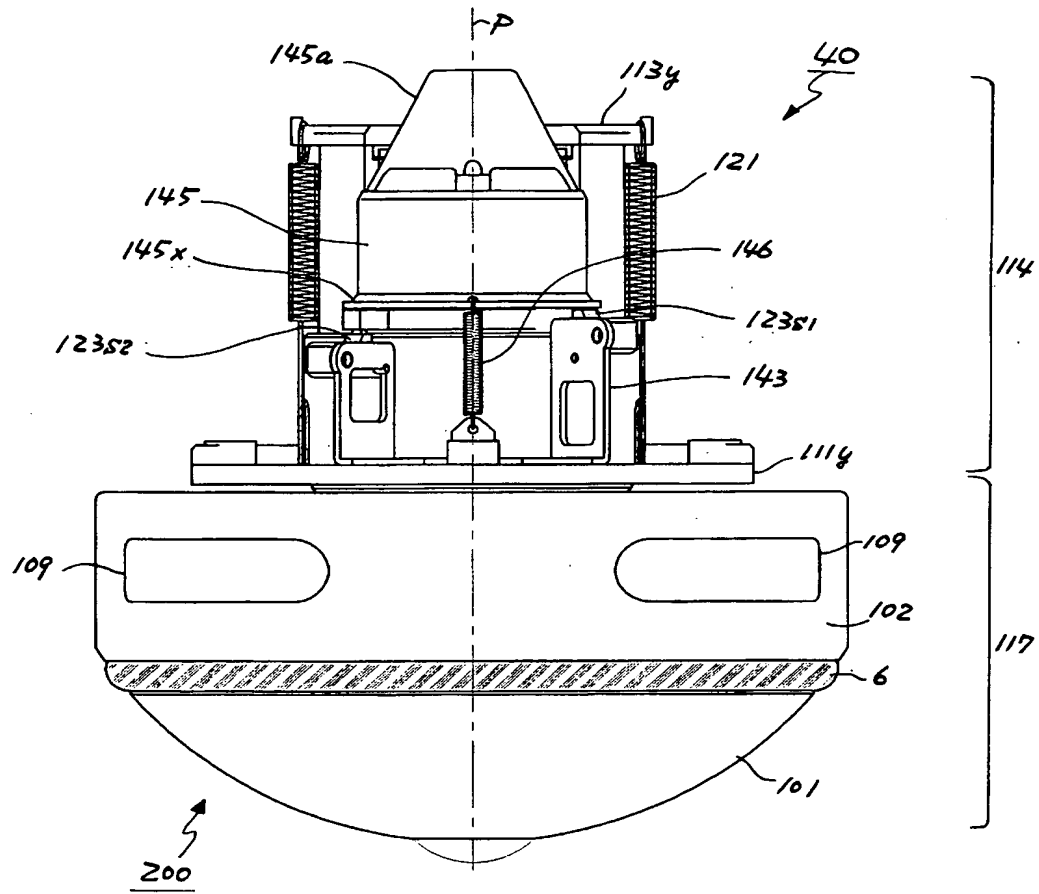


【図 20】

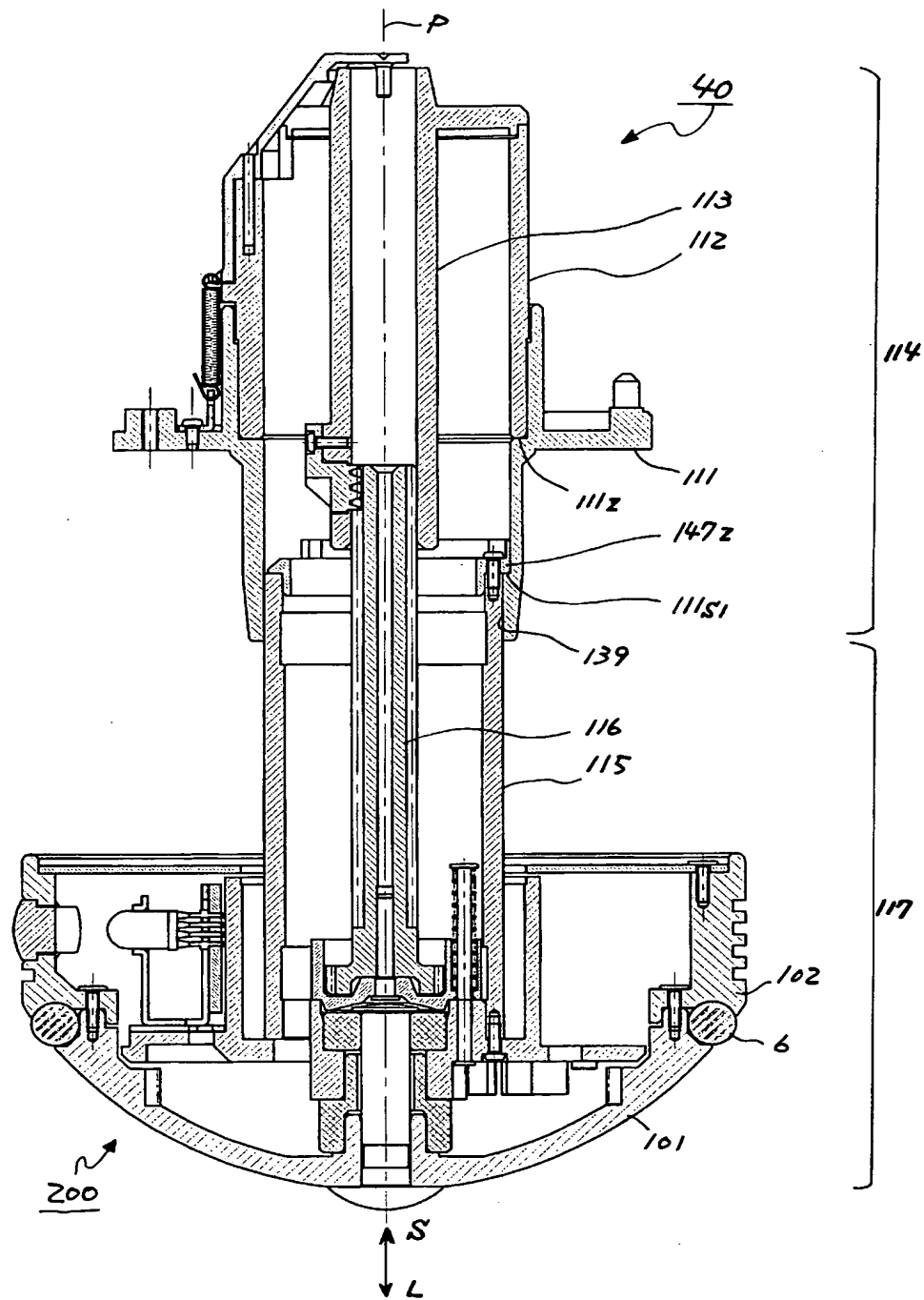




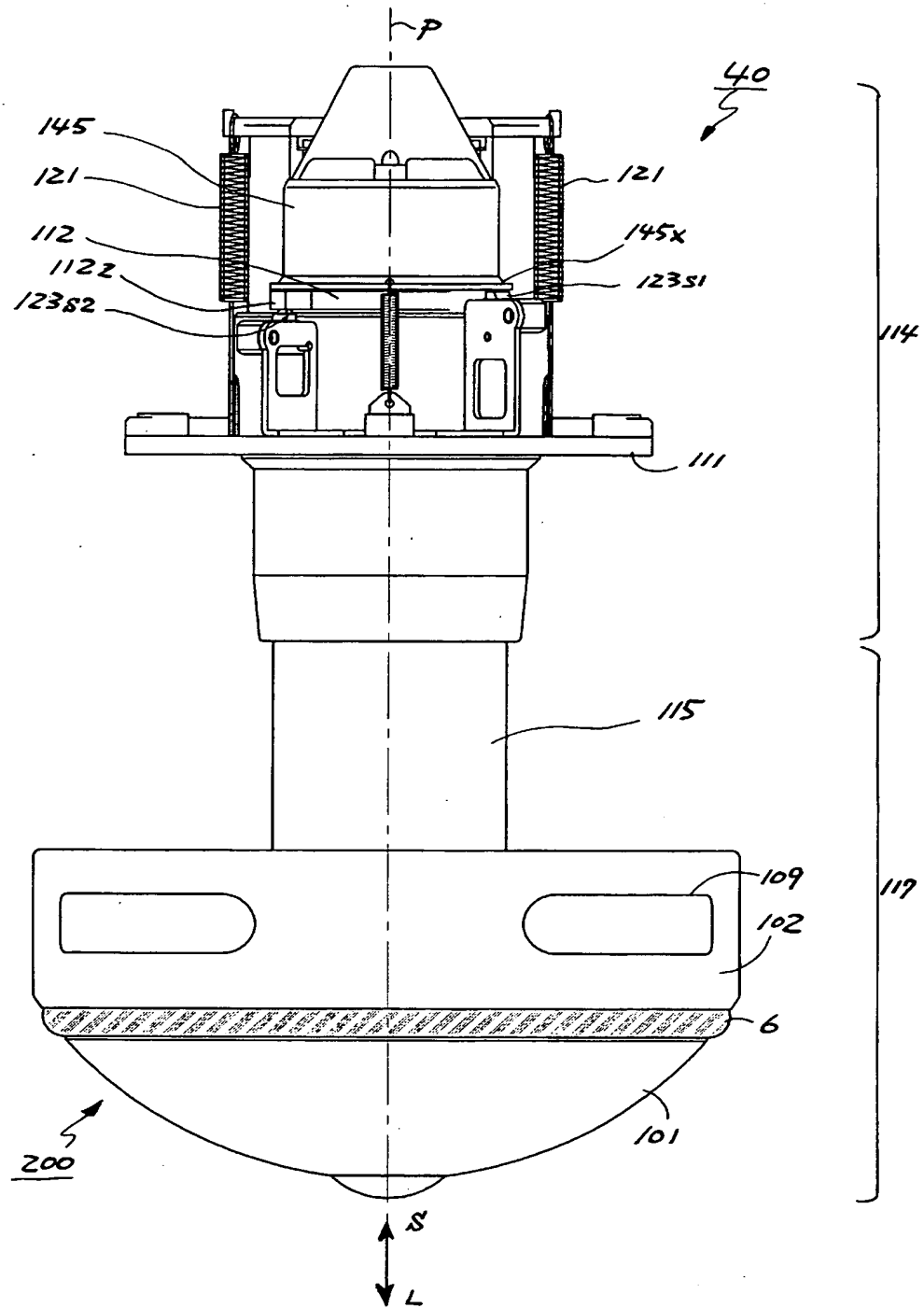
【図 21】



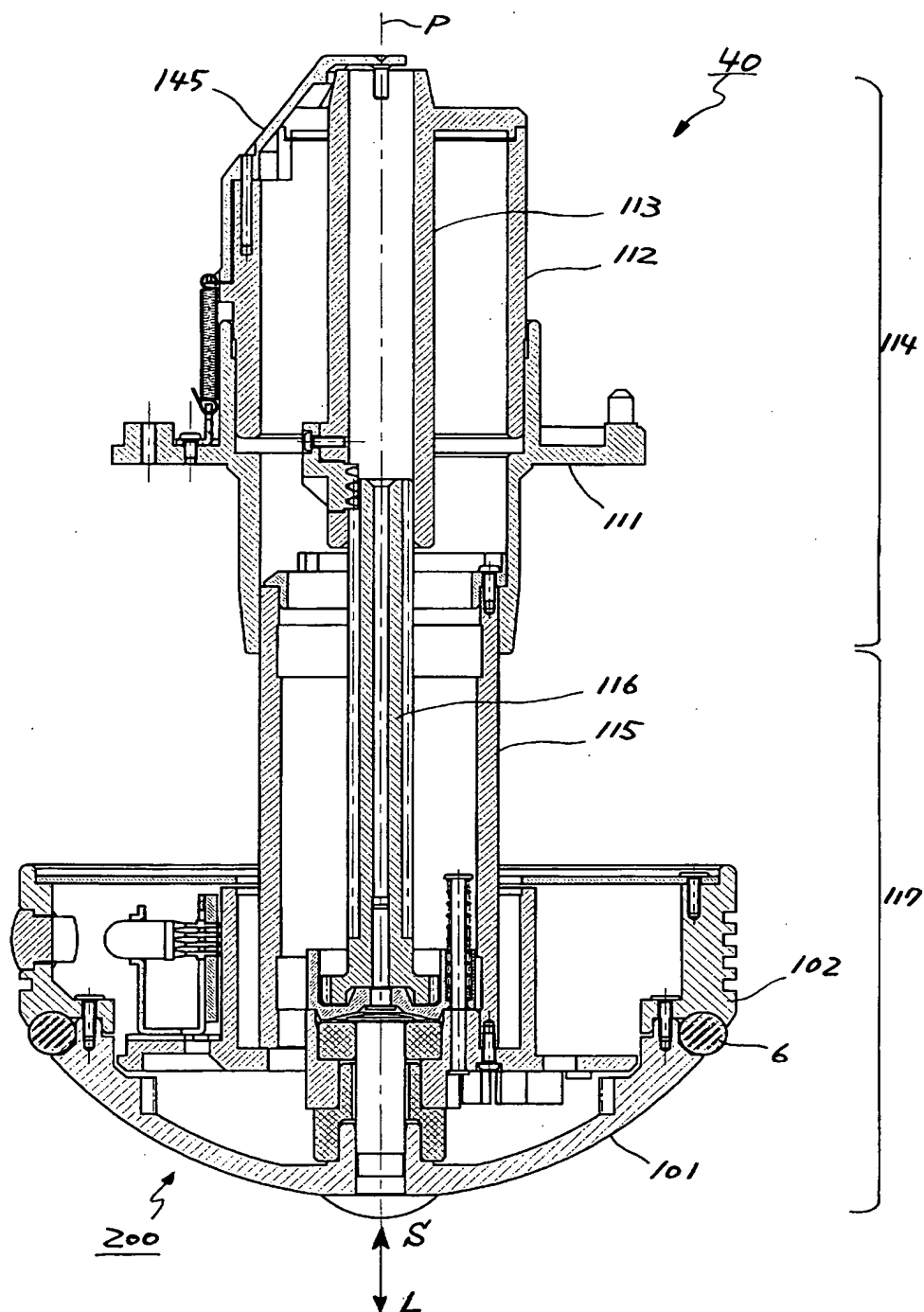
【図 22】



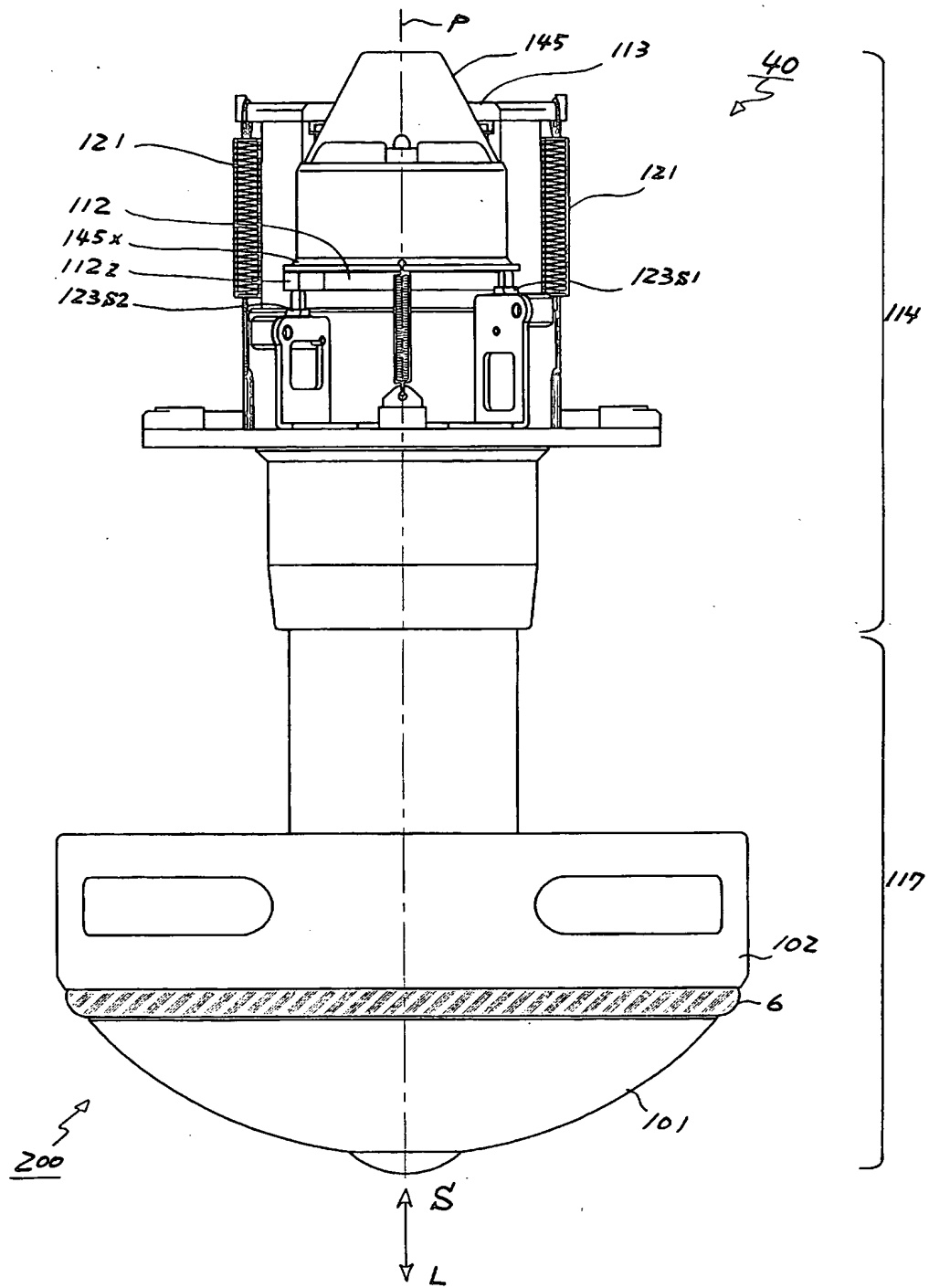
【図 23】



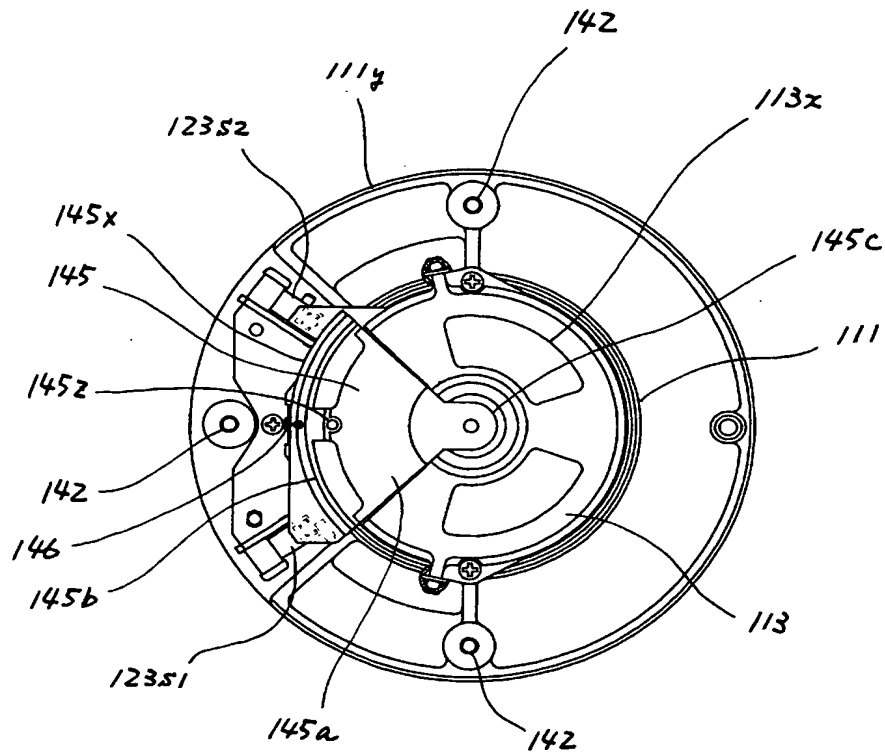
【図 24】



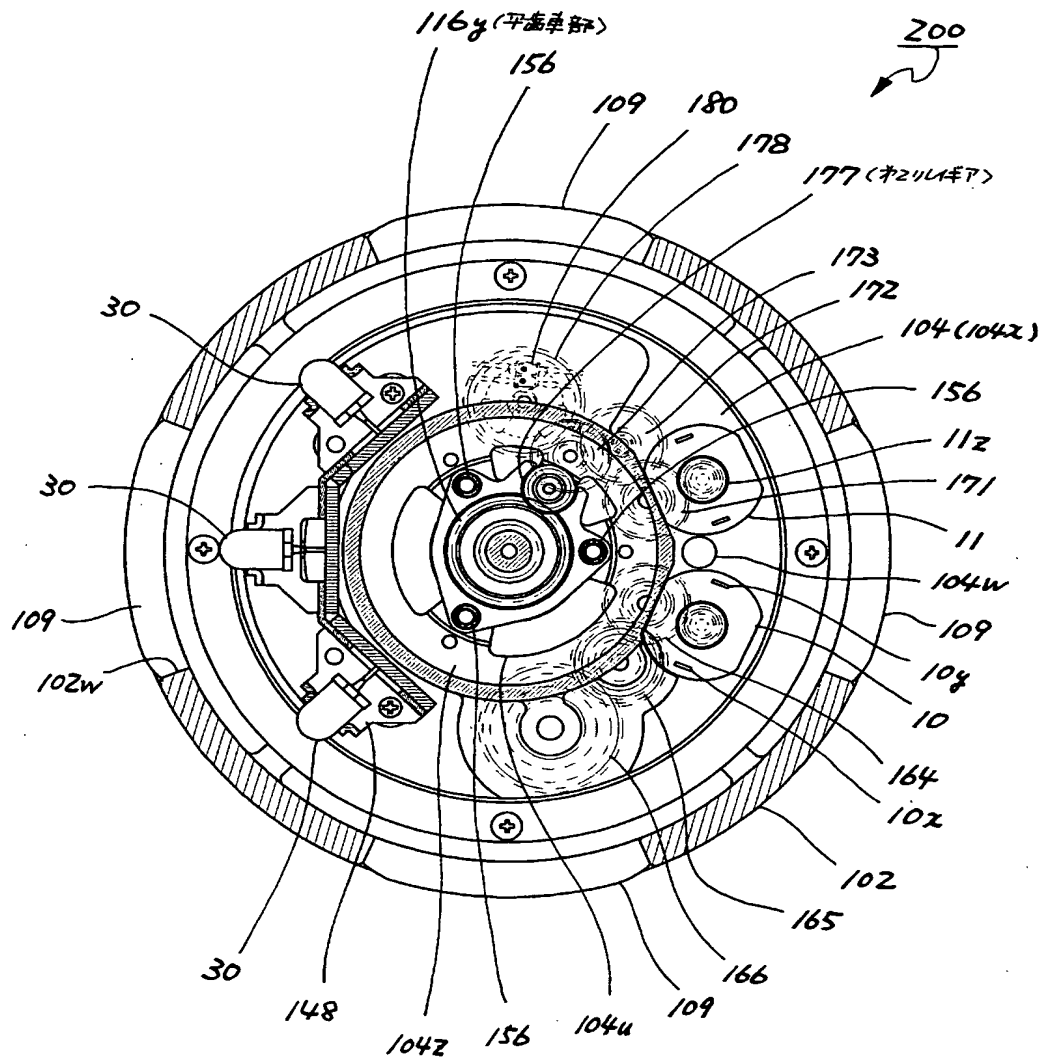
【図 25】



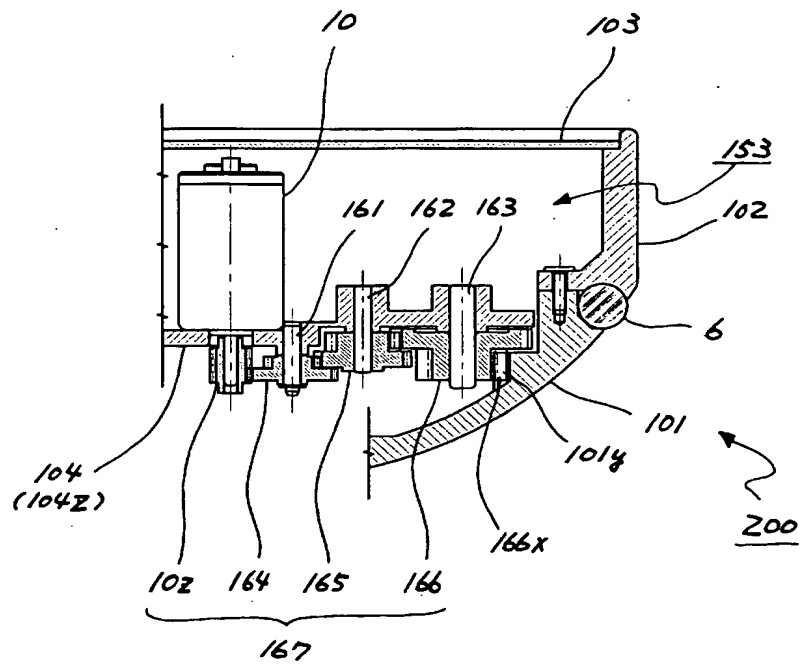
【図 26】



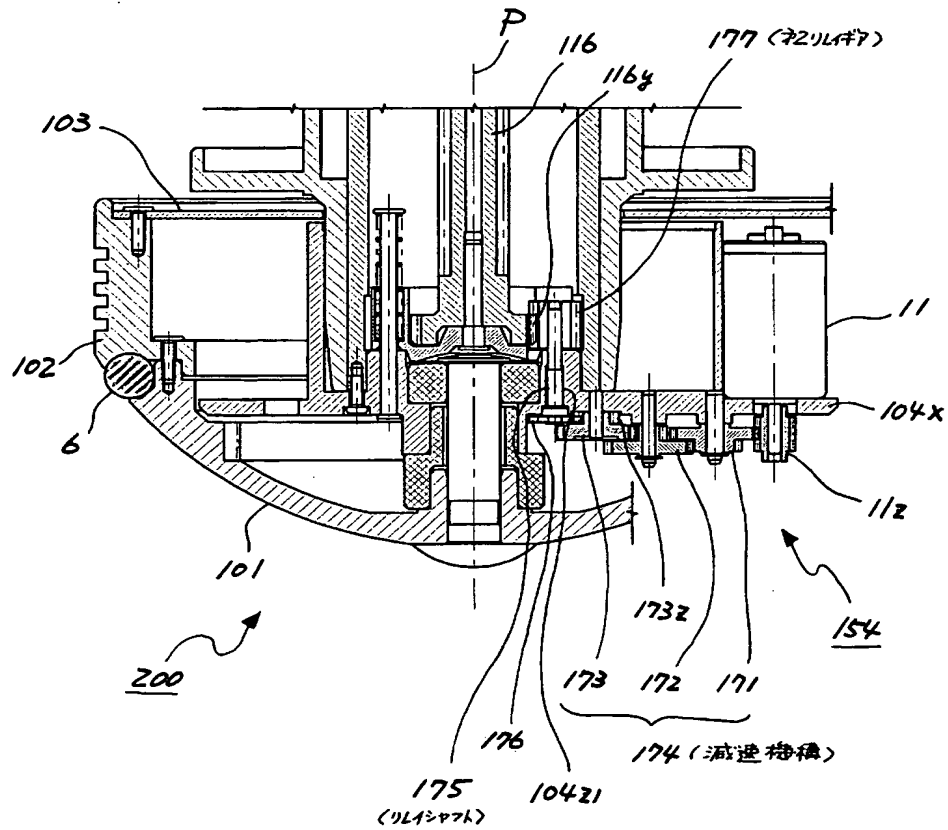
【図 27】



【図 28】

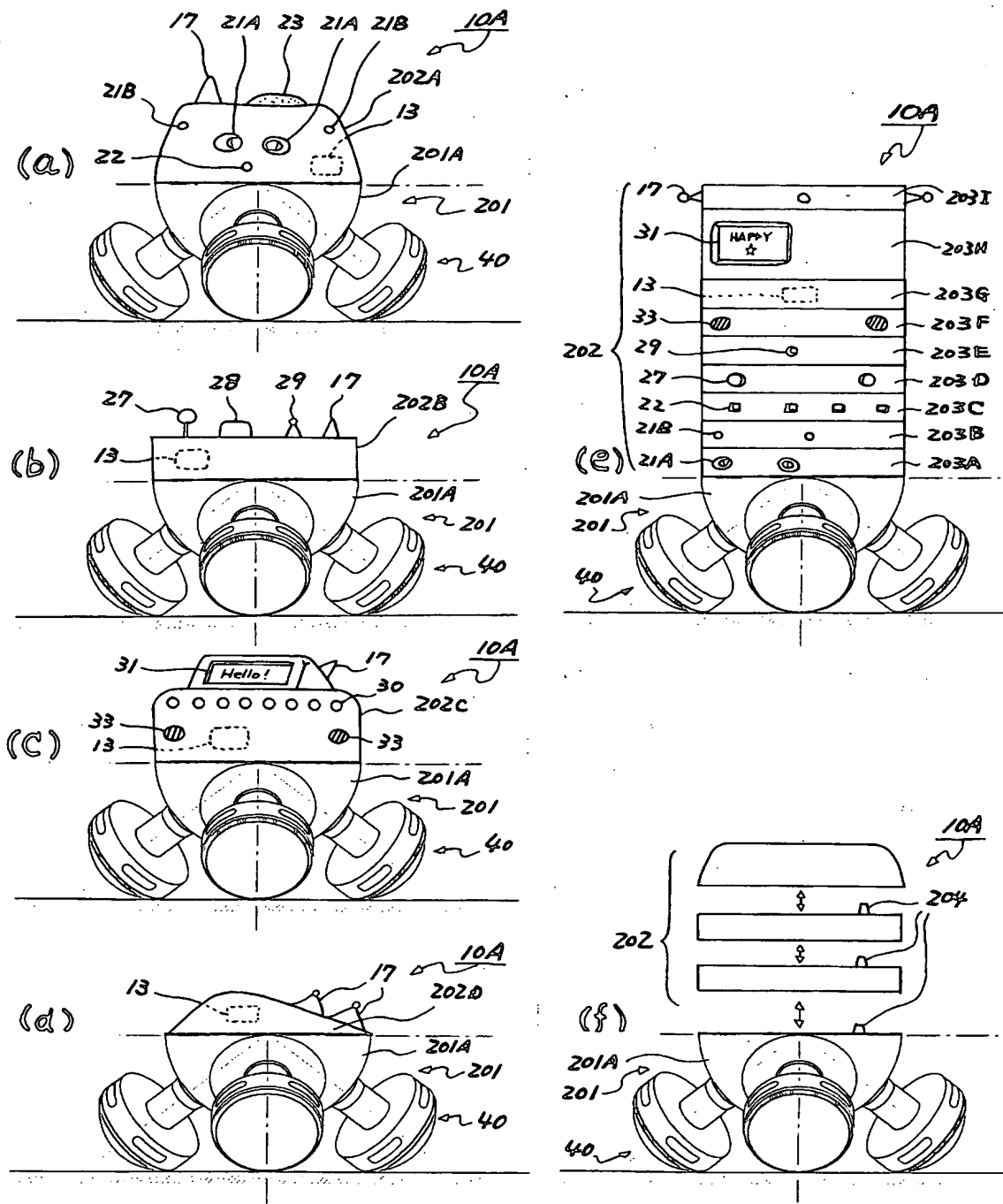


【図 29】

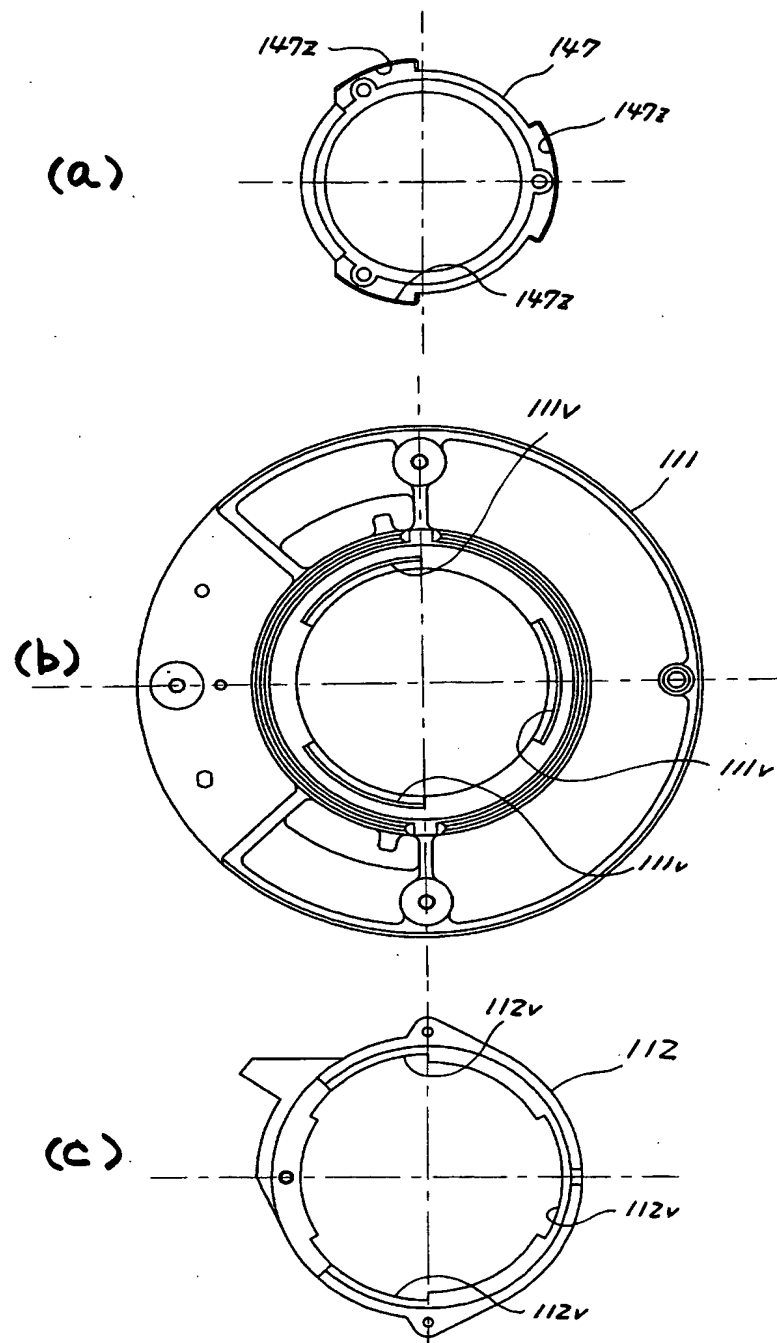




【図 30】



【図 31】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】構造が簡単で低価格化でき、傾斜床でも姿勢維持が容易で長期間使用しても外面が汚れたり傷つくことがない家庭用途に最適な移動ロボットを提供する。

【解決手段】本体ユニット 2 と床面 8 に接触する接地部 6 及び回転軸 3 を有する 3 つの車輪ユニット 4 とで構成し、床面 8 への回転軸 3 の投影線が互いに略等角度を成しすべての回転軸 8 が同一平面に含まれないように車輪ユニット 4 を備えた。車輪ユニット 4 は、第 1 のモータ 1 0 と、その回転を伝達する回転伝達手段と、接地部 6 を有する回転可能なケース 1 0 1 とを備え、第 1 のモータ 1 0 とケース 1 0 1 とを回転伝達手段で連結する構成にした。また、車輪ユニット 4 に伸縮可能な脚部 9 を備えた。

【選択図】 図 8

特願 2 0 0 3 - 0 2 3 1 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 3 2 9 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名

日本ビクター株式会社